

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**EFEITO DOS AGENTES BRANQUEADORES NA  
MICRODUREZA DAS RESINAS COMPOSTAS**

**ESTUDO *IN VITRO***

**Cristina Margarida Pedrosa Medalho**

**MESTRADO INTEGRADO**

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**EFEITO DOS AGENTES BRANQUEADORES NA  
MICRODUREZA DAS RESINAS COMPOSTAS**

**ESTUDO *IN VITRO***

**Dissertação orientada pela  
Dra. Ana Catarina Coito**

**Cristina Margarida Pedrosa Medalho**

**MESTRADO INTEGRADO**

## **AGRADECIMENTOS**

Não poderia deixar de começar por agradecer á minha orientadora a Dr.<sup>a</sup> Ana Catarina Coito pela sua disponibilidade e ensinamentos na orientação deste estudo. Obrigada pela sua paciência e por ser a luz no fundo do túnel que me guiou e trouxe a bom porto. Agradeço-lhe ainda a confiança que depositou em mim ao longo da elaboração desta dissertação, da qual espero ser merecedora.

Ao Professor Doutor António Mata, pela disponibilização do laboratório 1 da Unidade de Investigação em Ciências Orais e Biomédicas (UICOB) da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

Ao Professor Doutor Luís Pires Lopes pela disponibilização do laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

Ao Professor Doutor Alexandre Cavalheiro, pelo apoio dado na realização da parte estatística deste trabalho.

À Dr.<sup>a</sup> Filipa Chasqueira e ao Professor Doutor Jaime Portugal, pela ajuda e compreensão da realização do teste laboratorial.

À Euroconexão, na pessoa do Sr. Rui Marques pelo fornecimento dos produtos de branqueamento, necessários para a elaboração do trabalho experimental.

Ao Filipe por todo o seu apoio e incentivo, sempre na busca de fazer mais e melhor.

E por fim, ao meus pais e à minha irmã pelo apoio incansável, generoso e incondicional.

## RESUMO

Os materiais de restauração em resina composta utilizados em Medicina Dentária requerem durabilidade a longo prazo para sobreviver na cavidade oral, sendo de máxima importância compreender os efeitos do branqueamento nas propriedades físicas dos materiais de restauração.

**Objetivo:** Avaliar, através de um estudo *in vitro*, a influência dos efeitos do branqueamento dentário externo na microdureza de três tipos de resinas compostas: nanohíbrida, nanoparticulada e microparticulada.

**Materiais e métodos:** Foram testadas três resinas compostas: uma nanohíbrida (Enamel Plus HRi<sup>®</sup> - dentina, GDF GmbH, Rosbach, Alemanha), uma nanoparticulada (Filtek Supreme XT<sup>®</sup> - dentina, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) e uma microparticulada (Herculite XRV<sup>®</sup> - dentina, Kerr Italia, Scafati, Itália). Obtiveram-se 18 espécimes de cada resina (10x2mm) posteriormente dividida aleatoriamente (n=6) em grupo de branqueamento com peróxido de carbamida (PC) a 10% (B10); grupo de branqueamento com peróxido de hidrogénio (PH) a 35% (B35) e grupo de controlo (C) originando nove grupos no total. No grupo B10 os espécimes foram expostos a um gel de PC a 10% por um período de 6 horas diárias, durante 14 dias contíguos. No grupo B35 os espécimes foram expostos a um gel de PH a 35% (três aplicações de 15 minutos), em dois dias, separados por 1 semana. No grupo C os espécimes foram expostos a água destilada. Todos os espécimes foram armazenados numa estufa a 37° C e submetidas ao teste de microdureza Knoop. Os dados recolhidos foram analisados recorrendo ao teste *two-way*-ANOVA.

**Resultados:** Existem apenas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo com PC a 10% e o grupo controlo. Entre a resina composta Enamel Plus HRi<sup>®</sup> e o Filtek Supreme XT<sup>®</sup> e entre o Filtek Supreme XT<sup>®</sup> e o Herculite XRV<sup>®</sup> verificaram-se diferenças estatisticamente significativas.

**Conclusão:** Houve uma redução na microdureza utilizando PC a 10%. As alterações na microdureza são material-dependentes.

**Palavras-chave:** Resinas Compostas, Microdureza, Branqueamento dentário

## ***ABSTRACT***

The restorative materials based on composites used in Dentistry require the highest durability to survive in the oral cavity. Therefore, it should be important to understand the effects of bleaching over the physical properties of these materials.

**Aim:** Analyse, through an *in vitro* study, the influence of the external bleaching over the microhardness of three types of composite resins: nanohybrid, nanofiller and microfiller.

**Materials and methods:** Three composite resins were tested: nanohybrid (Enamel Plus HRi<sup>®</sup> - dentin, GDF GmbH, Rosbach, Alemanha), nanofiller (Filtek Supreme XT<sup>®</sup> - dentin, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) and microfiller (Herculite XRV<sup>®</sup> - dentin, Kerr Italy, Scafati, Itália). 18 specimens of each type of resin (10x2mm) were randomly allocated in nine groups (n=6): 10% carbamide peroxide bleaching group (B10), 35% hydrogen peroxide bleaching group (B35) and a control group (C). In the group B10 the specimens were exposed to a 10% carbamide peroxide gel for a period of 6 daily hours, 14 consecutive days. In the group B35 the specimens were exposed to 35% hydrogen peroxide (3 applications of 15 minutes) in 2 days, intercalated by 1 week. In the group C, the specimens were exposed to distilled water. All the specimens were kept and stored in 37° C oven and later tested with the Knoop microhardness test. The data collected were analysed according to the statistical test *two-way* ANOVA.

**Results:** Only significant statistical differences were found between the 10% CP group and the control group. When comparing the Enamel Plus HRi<sup>®</sup> and the Filtek Supreme XT<sup>®</sup> and between the Filtek Supreme XT<sup>®</sup> and the Herculite XRV<sup>®</sup> significant statistical differences were observed.

**Conclusion:** There was a decrease in the composite resins microhardness when a 10% CP was used. Microhardness changes are material dependent.

**Key words:** composite resins, tooth bleaching, microhardness

## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ABREVIATURAS .....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS .....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
1. BRANQUEAMENTO NO CONSULTÓRIO.....	4
2. BRANQUEAMENTO AMBULATORIO .....	5
3. RESINAS COMPOSTAS .....	6
3.1 Resinas Compostas Estéticas.....	7
3.2 Resinas Compostas Nanohíbridas .....	8
3.3 Resinas Compostas Nanoparticuladas .....	8
3.4 Resinas Compostas Microparticuladas .....	9
4. MICRODUREZA .....	10
5. INFLUÊNCIA DO BRANQUEAMENTO DENTÁRIO NA MICRODUREZA DAS RESINAS COMPOSTAS .....	11
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
1. Resinas Compostas Utilizadas.....	12
2. Preparação das Amostras.....	13
3. Protocolo do Polimento .....	14
4. Protocolo de Branqueamento.....	15
5. Análise da Microdureza com o teste de Knoop.....	17
6. Análise Estatística .....	18
RESULTADOS .....	19
1. Estatística descritiva .....	19
DISCUSSÃO .....	23
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	I
ANEXOS .....	VII
I. Fotografias de materiais e dispositivos usados no ensaio laboratorial.....	VIII

II. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi <sup>®</sup> expostos a água destilada .....	X
III. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi <sup>®</sup> expostos a PC a 10% ...	XI
IV. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi <sup>®</sup> expostos a PH a 35% .	XII
V. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT <sup>®</sup> expostos a água destilada.....	XIII
VI. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT <sup>®</sup> expostos a PC a 10% .....	XIV
VII. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT <sup>®</sup> expostos a PH a 35% .....	XV
VIII. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV <sup>®</sup> expostos a água destilada .....	XVI
IX. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV <sup>®</sup> expostos a PC a 10% ..	XVII
X. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV <sup>®</sup> expostos a PH a 35% ..	XVIII
XI. Tabelas.....	XIX

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Desenvolvimento das resinas compostas, através de modificações do tamanho das partículas de carga inorgânica. Adaptado de Ferracane, 2011.....	8
Figura 2, 3 e 4: Compósito microparticulado Herculite XRV <sup>®</sup> , nanoparticulado Filtek Supreme XT <sup>®</sup> e nanohíbrido Enamel Plus HRi <sup>®</sup> respectivamente. ....	12
Figura 5: Aparelho fotopolimerizador utilizado (Ortholux <sup>TM</sup> XT). ....	13
Figura 6: Colocação da placa de vidro e fotopolimerização do espécime.....	13
Figura 7 e 8: Estufa seca a 37°C.....	14
Figura 9: Discos de polimento OptiDisc <sup>®</sup> . ....	14
Figura 10: Seringa com gel de PC a 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil).....	15
Figura 11: Peróxido de hidrogénio a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil). ..	15
Figura 12: Espécimes com PC a 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil). ....	16
Figura 13: Espécimes com PH a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil).....	16
Figura 14: Teste de microdureza Knoop (Duramin, Struers, A/S, DK 2750, Ballerup, Denmark). ....	17
Figura 15: Molde em silicone Putty Prestige <sup>®</sup> . ....	VIII
Figura 16: Espátula de inserção do compósito. ....	VIII
Figura 17: Placa de vidro.....	VIII
Figura 18: Espécimes de compósito nanohíbrido (esquerda), nanoparticulado (centro) e microparticulado (direita). ....	VIII
Figura 19: Pipeta utilizada para medir os 3 mL de água destilada. ....	IX
Figura 20: Escova de dentes. ....	IX
Figura I: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi <sup>®</sup> polido e exposto a água destilada. ....	X
Figura II: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi <sup>®</sup> não polido e exposto a água destilada. ....	X
Figura III: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi <sup>®</sup> polido e exposto a PC a 10%.....	XI
Figura IV: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi <sup>®</sup> não polido e exposto a PC a 10%. ....	XI
Figura V: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi <sup>®</sup> polido e exposto a PH a 35%.....	XII



Figura VI: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi® não polido e exposto a PH a 35%.....	XII
Figura VII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® polido e exposto a água destilada. ....	XIII
Figura VIII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® não polido e exposto a água destilada. ....	XIII
Figura IX: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® polido e exposto a PC a 10%. ....	XIV
Figura X: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® não polido e exposto a PC a 10%. ....	XIV
Figura XI: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® polido e exposto a PH a 35%. ....	XV
Figura XII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT® não polido e exposto a PH a 35%. ....	XV
Figura XIII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® polido e exposto a água destilada. ....	XVI
Figura XIV: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® não polido e exposto a água destilada. ....	XVI
Figura XV: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® polido e exposto a PC a 10%. ....	XVII
Figura XVI: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® não polido e exposto a PC a 10%. ....	XVII
Figura XVII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® polido e exposto a PH a 35%. ....	XVIII
Figura XVIII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV® não polido e exposto a PH a 35%. ....	XVIII

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição normal dos valores obtidos na microdureza. ....	19
Gráfico 2: Distribuição dos valores de microdureza pelos vários tipos de compósitos. ....	20
Gráfico 3: Distribuição dos valores de microdureza pelos vários tipos de branqueamento.....	21

Gráfico 4: Distribuição dos valores de microdureza, (relação entre os diferentes branqueamentos e as diferentes resinas compostas).....	22
Gráfico 5: Gráfico de barras com a distribuição dos valores de microdureza (relação entre os diferentes branqueamentos e as diferentes resinas compostas). ....	22

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características das resinas compostas utilizadas (informação disponibilizada pelos fabricantes).....	12
Tabela 2: Distribuição dos espécimes pelos grupos experimentais.....	14
Tabela 3: Descrição dos produtos de branqueamento utilizados (informação disponibilizada pelos fabricantes). ....	16
Tabela 4: Teste de Levene ( $p=0,051$ ). ....	18
Tabela 5: Média e desvios padrão de microdureza obtidas após análise estatística com SPSS 19.0. ....	XIX
Tabela 6: Tabela de valores de microdureza em função do tipo de resina obtidas após análise estatística com SPSS 19.0. ....	XIX
Tabela 7: Tabela de valores de microdureza em função da concentração dos agentes branqueadores obtidas após análise estatística com SPSS 19.0. ....	XX

## ABREVIATURAS

% - por cento

Bis-GMA - Bisfenol-A-glicidildimetacrilato

d - comprimento da indentação

*et al.*, - *et alli*

F - representa a carga

g - grama

h - hora

ISO - *International Organization for Standardization*

KHN - número de dureza Knoop

mL - mililitro

mm - milímetro

MMA - metil metacrilato

nm - nanómetro

MPa- Mega Pascals

N - Newtons

PC - Peróxido de Carbamida

PH - Peróxido de Hidrogénio

pH - potencial hidrogénio iónico

° C - graus Celsius

PPRF - partículas pré-polimerizadas de resina

SiO<sub>2</sub> - Dióxido de Silício ou Sílica

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

TEGDMA - trietilenoglicol dimetacrilato

UDMA - uretano dimetacrilato

USA - United States of America

ZrO<sub>2</sub> - Dióxido de Zircónio ou Zircónia

µm - micrómetro

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos a Dentisteria Estética tem tido uma influência primordial na Medicina Dentária, pela preocupação crescente dos pacientes com a aparência estética do seu sorriso (Demarco *et al.*, 2009). Generalizou-se a ideia que dentes mais brancos são sinónimo de maior beleza e estão associados a uma melhor saúde oral (Zekonis *et al.*, 2003).

A descoloração dentária tem duas principais causas (intrínseca e extrínseca) de acordo com a sua localização e razão. A pigmentação extrínseca ocorre devido à deposição de pigmentos na superfície do dente através da ingestão de chá, café, vinho ou fumo de tabaco. A pigmentação intrínseca ocorre devido à presença de materiais cromogénicos no interior da estrutura dentária como em casos de necrose pulpar ou tetraciclina (Jung *et al.*, 2002; El-Murr *et al.*, 2011).

A técnica de branqueamento dentário foi descrita pela primeira vez em 1864 por Truman (Dahl & Pallesen, 2003) e atualmente é considerado um tratamento conservador (Lopes *et al.*, 2002; Zekonis *et al.*, 2003; Demarco *et al.*, 2009) seguro (Haywood & Heymann, 1991; Lopes *et al.*, 2002; Cehreli *et al.*, 2003), eficaz e com resultados previsíveis (Lopes *et al.*, 2002; Perdigão *et al.*, 2004).

O branqueamento dentário pode ser classificado de acordo com o local do procedimento, em ambulatório ou em consultório, ou consoante o estado do dente em vital ou não vital (Haywood, 1992; Sharafeddin & Jamalipour, 2010). Para tal pode-se recorrer a várias substâncias ativas (perborato de sódio, peróxido de carbamida e peróxido de hidrogénio), podendo estas ser utilizadas separadamente ou em conjunto (Cehreli *et al.*, 2003; Dahl & Pallesen, 2003).

Segundo Perdigão, existem atualmente várias técnicas de branqueamento (Perdigão 2010):

- Em consultório, supervisionado pelo Médico Dentista e utilizando elevadas concentrações de PH (25%-50%), podendo este ser ativado pela luz ou calor (*in-office bleaching*);
- Em consultório, supervisionado pelo Médico Dentista, utilizando elevadas de PC (35%-40%), por períodos de 30 minutos a 1h (*waiting-room bleaching*);

- Em ambulatório, supervisionado pelo Médico Dentista, utilizando baixas concentrações de agente branqueador (10-22% de peróxido de carbamida ou 3-9,5% de peróxido de hidrogénio), e utilizando uma moldeira (*at-home bleaching*) (Lee *et al.*, 2002);
- Através de produtos de venda livre (*over-the-counter*).

O processo de branqueamento ocorre por uma reação de oxidação com a formação de radicais livres a partir do agente branqueador (Dahl & Pallesen, 2003), contudo o processo ainda não é totalmente conhecido (Haywood, 1992; Kwon *et al.*, 2010).

Com o crescente aumento da realização de branqueamentos dentários torna-se fundamental perceber quais os efeitos dos seus produtos nos dentes e nos materiais restauradores.

## **OBJETIVOS**

Avaliar, os efeitos do branqueamento dentário externo (peróxido de carbamida a 10% (PC) e peróxido de hidrogénio (PH) a 35%) na microdureza de três resinas compostas: nanohíbrida, nanoparticulada e microparticulada.

### **Objetivos específicos:**

Avaliar, as diferenças na microdureza entre uma resina composta nanohíbrida, uma nanoparticulada e uma microparticulada após branqueamento dentário com um gel de PC a 10%

Avaliar, as diferenças na microdureza entre uma resina composta nanohíbrida, uma nanoparticulada e uma microparticulada após branqueamento dentário com um gel de PH a 35%;

As hipóteses nulas testadas no presente estudo são as seguintes:

1. O branqueamento dentário externo com um gel de PC a 10% não causa alterações de microdureza nos espécimes de resina composta nanohíbrida, nanoparticulada e microparticulada, comparativamente com as amostras destes materiais expostas a água destilada;

2. O branqueamento dentário externo com um gel de PH a 35% não causa alterações de microdureza nos espécimes de resina composta nanohíbrida, nanoparticulada e microparticulada, comparativamente com as amostras destes materiais expostas a água destilada;

3. Não existem diferenças na microdureza dos espécimes de resina composta nanohíbrida, nanoparticulada e microparticulada, submetidas a um gel de PC a 10% comparativamente com as amostras destes materiais expostos a um gel de PH a 35%.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. BRANQUEAMENTO NO CONSULTÓRIO

O peróxido de hidrogénio tem sido utilizado na Medicina Dentária há mais de 75 anos com concentrações que variam entre 30 a 50% para procedimentos de branqueamento em consultório (Haywood & Heymann, 1991; Borges *et al.*, 2010).

Existem também concentrações elevadas de peróxido de carbamida (35%) nas quais se advoga que só devem ser utilizadas em consultório. Esta percentagem de PC corresponde a 10% de PH. Deste modo, devem ser tomadas medidas preventivas como utilizar protetores para evitar queimaduras dos tecidos moles (Haywood & Heymann, 1991). Os agentes branqueadores são aplicados em intervalos entre 15 a 60 minutos consoante as instruções do fabricante (Attin *et al.*, 2004).

O branqueamento em consultório está indicado para pessoas que querem um branqueamento rápido dos seus dentes, e que não querem o usar moldeiras ou produtos de venda livre ou apresentam dificuldades em seguir o calendário imposto pelo branqueamento em ambulatório (Swift, 2004). Esta técnica consiste no isolamento dos dentes com dique de borracha, aplicação do agente branqueador seguido ou não da ativação deste por luz ou calor para ocorrer libertação do peróxido. Por se utilizarem elevadas concentrações de PH, é necessário prevenir queimaduras no tecido gengival, contudo não é necessário recorrer-se a anestesia (Haywood & Heymann, 1991; Perdigão, 2010). Segundo alguns fabricantes deve utilizar-se luz ou calor para ativar a libertação do agente branqueador. A literatura, contudo, contrapõe este facto, referindo que as fontes de energia externa não têm influência na degradação do agente branqueador e que potenciam a sensibilidade dentária (Perdigão, 2010). Buchalla & Attin, 2007 referem que para ocorrer fotólise, a luz deve de ser de alto comprimento de onda, cerca de 248 nm ou inferior, sendo que apenas a luz ultravioleta apresenta estes comprimentos de onda, o que torna a sua utilização cavidade oral muito difícil.

A grande vantagem desta técnica é a obtenção de resultados imediatos, não sendo necessária a colaboração do paciente (Borges *et al.*, 2010) e existe um maior controlo por parte do Médico Dentista (Wattanapayunkul & Yap, 2003).

As desvantagens prendem-se com um custo mais elevado, com a possibilidade de danos mais graves no tecido gengival, com a obtenção de resultados piores quando

comparado com o branqueamento em ambulatório, com a fraca estabilidade da manutenção da cor e com a possibilidade de danos pulpare (Perdigão, 2010).

## **2. BRANQUEAMENTO AMBULATÓRIO**

Historicamente, o peróxido de carbamida começou a ser utilizado como produto branqueador, quando um ortodontista numa tentativa de curar uma gengivite prescreveu um antisséptico com 10% de peróxido de carbamida, descobriu que este produzia uma reação de branqueamento (Dahl & Pallesen, 2003). Foi então que Haywood e Heymann introduziram o peróxido de carbamida como um produto a utilizar na técnica do branqueamento em ambulatório (Swift, 1997).

As soluções de peróxido de carbamida são muito instáveis quando contactam com a saliva ou com o tecido dissociando-se rapidamente nos seus constituintes (Haywood & Heymann, 1991; Moraes *et al.*, 2006). Primeiramente em peróxido de hidrogénio e ureia (Moraes *et al.*, 2006), sendo que soluções de 10% -15% de peróxido de carbamida dissociam-se em 3%-5% de peróxido de hidrogénio e aproximadamente 7%-10% de ureia (Haywood & Heymann, 1991; Rattacaso *et al.*, 2011). Este peróxido de hidrogénio, considerado o agente ativo, irá posteriormente dissociar-se em oxigénio, água e dióxido de carbono (Moraes *et al.*, 2006). A ureia tem também algum efeito benéfico, pois tende a manter o pH (potencial hidrogénio iónico) elevado (Haywood, 1992).

Tradicionalmente o branqueamento em ambulatório consiste na aplicação de um gel de PC numa moldeira usada durante a noite pelo menos durante 14 dias, sendo o número de horas de utilização variável consoante a concentração utilizada. A concentração mais utilizada é de 10%, sendo a única concentração recomendada pela *American Dental Association*, que produz excelentes resultados estéticos e com menor incidência de efeitos secundários (ADA, 2008; Demarco *et al.*, 2009). No entanto, as concentrações praticadas nesta técnica de branqueamento podem variar entre 10% e 22% para o PC, ou 4% a 8% caso se utilize PH, sendo o tempo de aplicação variável de 2 a 6 semanas (Perdigão, 2010; Rattacaso *et al.*, 2011).

Atualmente pode-se diferenciar dois tipos de peróxidos de carbamida de acordo com a presença ou não de carbopol (Haywood & Heymann, 1991).



O carbopol é um excelente agente espessante, utilizado numa grande variedade de produtos pessoais com concentrações menores de 1% (Rodrigues *et al.*, 2007). O carbopol é adicionado aos produtos de branqueamento para alterar a fórmula do peróxido de carbamida de um líquido para um gel, permitindo assim menor perda de material na moldeira, prolongar a libertação do oxigénio e aumentar a sua substantividade (Haywood & Heymann, 1991; Rodrigues *et al.*, 2007). O carbopol permite triplicar ou quadruplicar o tempo de libertação do oxigénio a partir do peróxido (Haywood & Heymann, 1991). Os efeitos do carbopol devem contudo, ser alvo de maior investigação pois especula-se existir um efeito sinérgico com os radicais livres produzindo uma maior perda de mineral (Rodrigues *et al.*, 2007).

A maior vantagem desta técnica é a sua eficácia e maior estabilidade da cor mais clara ao longo de tempo. As desvantagens são a necessidade de maior *compliance* por parte do paciente, o maior dispêndio de tempo, estando este último provavelmente relacionado com a maior sensibilidade. (Perdigão, 2010).

### **3. RESINAS COMPOSTAS**

As resinas compostas são largamente utilizadas na Dentisteria Operatória, sendo um dos materiais estéticos restauradores mais utilizados, devido à sua adequada resistência, excelente estética e moderado custo comparativamente com as cerâmicas. Infelizmente a descoloração é o maior problema destes materiais assim como o resultado inestético global decorrente da discrepância entre material restaurador e estrutura dentária branqueada (Lu *et al.*, 2005; Cramer *et al.*, 2011).

Os materiais de restauração de resina composta utilizados em Medicina Dentária requerem durabilidade a longo prazo para sobreviver na cavidade oral. Portanto, é de máxima importância compreender os efeitos do branqueamento nas propriedades físicas dos materiais de restauração (Briso *et al.*, 2010).

### 3.1 Resinas Compostas Estéticas

Segundo Zimmerli *et al.*, 2010, o material de restauração ideal deve ser biocompatível, insípido e inodoro, deve ter boas características óticas, propriedades físicas semelhantes ao dente, deve ser facilmente manuseável e de fácil acabamento. Deve ser facilmente distinguível do tecido dentário no raio-x, estando de acordo com as normas ISO (ISO 4049).

Uma resina composta consiste principalmente em três componentes: matriz, partículas de carga e agentes de união (García *et al.*, 2006; Zimmerli *et al.*, 2010).

Em 1940 desenvolveu-se a primeira resina composta usado na Medicina Dentária baseada num polímero (metacrílate de metilo) auto-polimerizável. Todavia a fraca estabilidade da cor, o elevado grau de contração de polimerização, o elevado coeficiente de expansão térmica e a fraca adesão à estrutura dentária levaram a que fosse rapidamente substituída (Puckett *et al.*, 2007).

Em 1962, Bowen revoluciona a Medicina Dentária com o desenvolvimento de uma nova resina composta combinando dimetilmetacrilatos com pó de quartzo silanizado (Zimmerli *et al.*, 2010). A matriz orgânica desta nova resina composta consiste sobretudo na presença do monómero, Bis-GMA (Bisfenol A - glicidilmetacrilato), com elevado peso molecular para resolver a elevada contração de polimerização (Puckett *et al.*, 2007; Zimmerli *et al.*, 2010). O Bis-GMA ou resina de Bowen apresentava uma consistência demasiado viscosa, pelo que mais tarde foram associados outros monómeros como o TEGDMA (triétilenoglicol dimetacrilato), MMA (metil metacrilato) ou UDMA (uretano dimetacrilato) para diminuir a sua viscosidade, permitindo também, um aumento de partículas de carga incorporadas (Puckett *et al.*, 2007; Chen, 2010).

Existem diversas classificações para as resinas compostas mas a mais utilizada é a que classifica as resinas compostas de acordo com o tamanho das partículas de carga (Zimmerli *et al.*, 2010).

Kwon *et al.*, 2010 refere, que o desenvolvimento da nanotecnologia tornou possível a produção de novas resinas compostas, com presença de partículas de carga menores (0,1 ~ 100 nm), numa escala nanométrica. Estas resinas compostas apresentam uma maior translucidez e estética sobre resinas compostas convencionais, porque as nanopartículas não dispersam nem absorvem uma quantidade significativa de luz visível incidente. Além disso apresentam uma organização constitucional diferente pois existe

uma diminuição da quantidade de espaço livre vazio dentro da matriz de resina possibilitando um aumento do número destas nanopartículas.

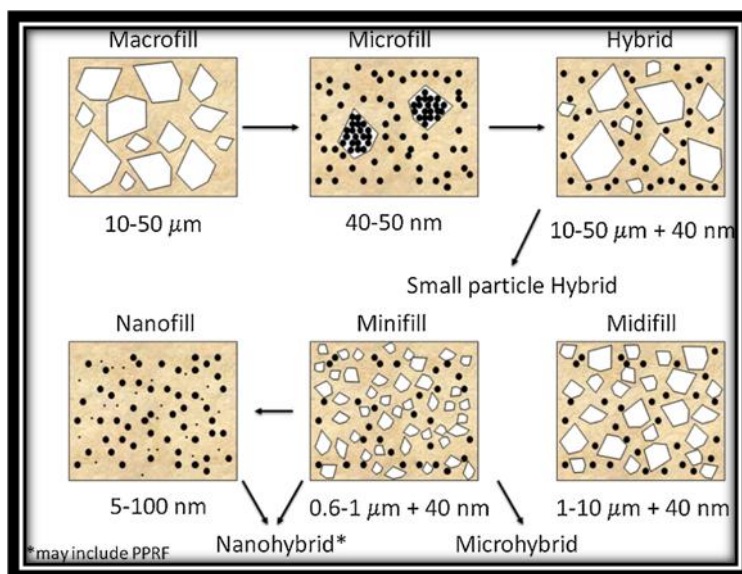


Figura 1: Desenvolvimento das resinas compostas, através de modificações do tamanho das partículas de carga inorgânica. Adaptado de Ferracane, 2011.

### 3.2 Resinas Compostas Nanohíbridas

O termo “híbrido” implica que a resina composta apresente simultaneamente partículas de carga de dimensões menores e partículas maiores. Assim, as resinas compostas nanohíbridas contêm partículas de tamanho muito reduzido (0,005-0,01µm) e partículas de tamanho superior (1-4µm) (Puckett *et al.*, 2007).

Estas resinas compostas conseguem reunir as propriedades de maneabilidade e de acabamento dos compósitos microhíbridos e, a força e a resistência ao desgaste dos híbridos (Puckett *et al.*, 2007). Apresentam uma boa resistência à flexão, boa resistência compressiva mas um baixo módulo de elasticidade (Ilie & Hickel, 2011) com valores similares aos obtidos para resinas compostas híbridas (Ilie & Hickel, 2009).

Puckett *et al.*, 2007, afirma que são materiais de eleição para restaurar cavidades Classe III e Classe IV podendo contudo ser utilizados em Classes I e II devido à sua elevada resistência ao desgaste e tensão.

### 3.3 Resinas Compostas Nanoparticuladas

As resinas compostas nanoparticuladas apresentam na sua constituição pequenos aglomerados de nanopartículas, denominados de *nanoclusters* (Curtis *et al.*, 2009b;

Cramer *et al.*, 2011). Estes aglomerados providenciam um mecanismo de reforço distinto quando comparado com os microparticulados, microhíbridos ou nanohíbridos, resultando em melhores propriedades mecânicas (Curtis *et al.*, 2009a). Contudo a principal diferença entre os compósitos nanoparticulados e os nanohíbridos é que os primeiros usam partículas de tamanho nanométrico por toda a matriz resinosa, ao passo que os compósitos nanohíbridos combinam partículas de tamanho nanométrico com partículas maiores (Swift, 2005).

Curtis *et al.*, 2009a demonstraram que nestas resinas compostas, com *nanoclusters*, é necessário uma força superior até a fratura do que nos materiais de partículas esféricas e esferóides. Tal foi atribuído à capacidade de o *nanocluster* deformar-se, conduzindo a uma fragmentação progressiva da estrutura, que subsequentemente absorve e dissipa a propagação das fendas. Deste modo, é sugerido que a incorporação dos *nanoclusters* na matriz de resina pode produzir propriedades únicas como o aumento da resistência à propagação de falhas e consequentemente aumentar a longevidade da restauração.

No estudo de Beun *et al.*, 2007 que compara resinas compostas microparticuladas, nanoparticuladas e universais, este demonstra que as melhores propriedades mecânicas são alcançadas pelo grupo das resinas compostas nanoparticuladas.

Estas resinas combinam as propriedades estéticas exigidas para restaurações anteriores e as propriedades mecânicas necessárias para restaurações posteriores (Mitra *et al.*, 2003).

### **3.4 Resinas Compostas Microparticuladas**

As resinas compostas microparticuladas foram desenvolvidas para satisfazer as necessidades de uma resina estética e simultaneamente um fácil polimento. Na sua constituição apresentam partículas, de resina pré-polimerizadas (PPRF), de tamanho reduzido (0,04  $\mu\text{m}$  – 0,4 $\mu\text{m}$ ), normalmente de sílica (vulgarmente conhecida como partículas orgânicas), dispersas numa matriz de resina (Mitra *et al.*, 2003; Puckett *et al.*, 2007; Illie & Hickel, 2009).

Estas resinas apresentam baixa resistência à flexão, baixo módulo de elasticidade e baixa resistência à compressão quando comparados com outro tipo de

resinas (Mitra *et al.*, 2003; Beun *et al.*, 2007; Illie & Hickel, 2009). Diversos autores (Puckett *et al.*, 2007; Beun *et al.*, 2007; Illie & Hickel, 2009) atribuem a falha destas resinas em situações de grande stress oclusal às fracas ligações entre as partículas orgânicas. Por seu turno, apresentam excelentes propriedades estéticas, facilidade de polimento e a manutenção da superfície lisa e brilhante ao longo do tempo (Ilie & Hickel, 2011).

Deste modo esta resina composta apenas está indicada para ser utilizada em restaurações anteriores (Mitra *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2007; Illie & Hickel, 2011) ou seja, classes V, pequenas classes I e classes III com baixas forças de stress, podendo ainda ser utilizado em facetas pelo método direto, em pacientes que não demonstrem hábitos parafuncionais, sobretudo bruxismo (Puckett *et al.*, 2007).

#### **4. MICRODUREZA**

A dureza é uma propriedade bastante utilizada para comparar tanto os materiais restauradores como os tecidos biológicos. Sendo definida pela resistência do material à deformação plástica e mensurada pela relação da força aplicada sobre a área de indentação (Manhart *et al.*, 2001).

A dureza superficial é uma das características físicas mais importantes dos materiais restauradores. Está relacionada com a força, limite proporcional e a capacidade de abrasão ou de desgaste de um material (Briso *et al.*, 2010). Mas também é um indicador do fácil acabamento e da sua resistência às forças oclusais, sendo que existe uma correlação positiva entre a dureza e a concentração de partículas inorgânicas presentes numa resina composta (Manhart *et al.*, 2001).

Cada material apresenta uma característica de comportamento mecânico mediante a aplicação de uma carga por isso, é importante conhecer e avaliar o comportamento do material experimental expresso pela curva de tensão-deformação.

Briso *et al.*, 2010 verificou que as alterações químicas resultantes do branqueamento parecem ter implicações na rugosidade superficial o que pode contribuir para a durabilidade clínica das restaurações estéticas.

O teste de dureza Knoop utiliza uma ponta diamantada, cuja fórmula de penetração é semelhante a um losango, sendo o comprimento da maior diagonal a

medida. A área projetada é dividida pela carga aplicada para fornecer o número de dureza Knoop (KHN). O valor de dureza é praticamente independente da ductilidade do material testado (Anusavice, 2003).

O teste de microdureza Knoop é medido através da manutenção do longo eixo de diamante paralelo com a superfície a testar (Rodrigues *et al.*, 2007).

Não existe consenso quanto aos efeitos do branqueamento dentário na microdureza das resinas compostas, sugerindo-se a necessidade de mais investigação nesta área.

## **5. INFLUÊNCIA DO BRANQUEAMENTO DENTÁRIO NA MICRODUREZA DAS RESINAS COMPOSTAS**

O branqueamento dentário tem-se tornado tratamento comum desde há 15 anos e muitas pesquisas têm sido feitas para reportar os efeitos desta técnica no esmalte, dentina e nos materiais restauradores (Swift, 2008).

A influência do branqueamento na microdureza das resinas compostas tem sido amplamente discutida. Existem estudos que defendem que esta aumenta (Cooley & Burger, 1991), outros em que diminui (Bailey & Swift, 1992) e outros ainda que referem que esta permanece inalterada (Campos *et al.*, 2003). Esta diversidade de resultados e de conclusões sugere que alguns compósitos são mais suscetíveis de sofrer alterações que outros e que também, alguns agentes branqueadores causam mais facilmente estas alterações do que outros (Swift & Perdigão, 1998; Sharafeddin & Jamalipour, 2010).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Resinas Compostas Utilizadas

Para a execução do trabalho experimental foram selecionadas três resinas compostas (nanoparticulada, nanohíbrida e microparticulada) (figuras 2, 3 e 4, respectivamente) representando assim, umas das três resinas compostas estéticas mais utilizadas atualmente, conforme na tabela 1.

Nome	Fabricante	Classificação	Composição	Tamanho das partículas	Conteúdo da carga inorgânica
Enamel Plus HRi®	GDF GmbH, Rosbach; Alemanha	Nanohíbrido	Matriz: Bis-GMA Partículas de carga: ZrO <sub>2</sub>	20nm	80% em peso
Filtek Supreme XT®	3M ESPE, St. Paul; USA	Nanoparticulado	Matriz: Bis-GMA, BisEMA, UDMA, TEGDMA Partículas de carga: SiO <sub>2</sub> e <i>cluster</i> de ZrO <sub>2</sub> / SiO <sub>2</sub>	5-20nm Cluster: 0,6-1,4 µm	78,5% em peso 59,5% em volume
Herculit e XRV®	Kerr Italia, Scafati; Itália	Microparticulado	Matriz: Bis-GMA, TEGDMA Partículas de carga: SiO <sub>2</sub>	0,4 µm e 50 nm	79% em peso 59% em volume

Tabela 1: Características das resinas compostas utilizadas (informação disponibilizada pelos fabricantes).



Figura 2, 3 e 4: Compósito microparticulado Herculite XRV®, nanoparticulado Filtek Supreme XT® e nanohíbrido Enamel Plus HRi® respectivamente.

## 2. Preparação das Amostras

Foram preparados 54 espécimes sob, a forma de disco utilizando, moldes de silicone (Putty Prestige<sup>®</sup>, Vannini Dental Industry, Grassina, Itália) com cavidades de 10 mm de diâmetro e 2 mm de altura (figura 15, em anexo). O material foi colocado com uma espátula de inserção (figura 16, anexo) nos moldes num único incremento. Após a inserção do compósito, os moldes foram cobertos com uma placa de vidro (figura 17, em anexo), aplicando uma ligeira pressão, para remover eventuais excessos de material da cavidade, para que as duas superfícies do disco ficassem paralelas.

Cada superfície dos espécimes foi fotopolimerizada, durante 40 segundos, com um fotopolimerizador Ortholux<sup>™</sup> XT nº de série 105944 (3M ESPE Dental Products, ST Paul, MN, USA) (figura 5). A distância entre a fonte luminosa e a amostra foi estandardizada, usando uma lâmina de vidro com um milímetro de espessura (figura 6).



Figura 5: Aparelho fotopolimerizador utilizado (Ortholux<sup>™</sup> XT).

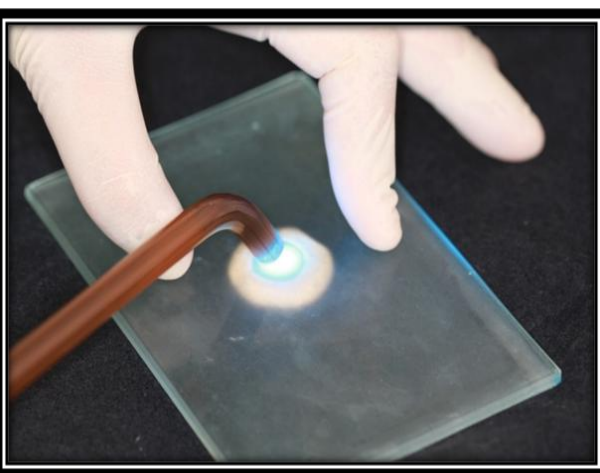


Figura 6: Colocação da placa de vidro e fotopolimerização do espécime.

Os discos foram posteriormente retirados dos moldes (figura 18, em anexo) e, distribuídos aleatoriamente por nove grupos experimentais (n=6), conforme a tabela 2: 18 espécimes foram sujeitos a peróxido de Carbamida a 10% (Grupo B10) e 18 espécimes foram sujeitos a Peróxido de Hidrogénio a 35% (Grupo B35). Os restantes 18 espécimes foram colocados em água destilada (Grupo C). Todos os espécimes foram armazenados em tubos de ensaio selados e identificados, contendo cada um 3 mL de água destilada, usando uma pipeta (figura 19, em anexo) numa estufa seca (figura 7) à temperatura de 37° C (figura 8), procurando simular as condições na cavidade oral.





Figura 7 e 8: Estufa seca a 37°C.

	Enamel Plus HRi®		Filtek Supreme XT®		Herculite XRV®		Total
	Polimento	S/ polimento	Polimento	S/ polimento	Polimento	S/ polimento	
Grupo B 10	3	3	3	3	3	3	18 espécimes
Grupo B 35	3	3	3	3	3	3	18 espécimes
Grupo C	3	3	3	3	3	3	18 espécimes
Total	18 espécimes		18 espécimes		18 espécimes		54 espécimes

Tabela 2: Distribuição dos espécimes pelos grupos experimentais.

### 3. Protocolo do Polimento

Após 24 horas, e procurando assegurar a completa polimerização, os discos de compósito foram retirados dos tubos de ensaio e polidos com discos de polimento extra-coarse, coarse/médium, fine e extra-fine (OptiDisc®, Kerr Hame SA, Orange, MN, USA) LOT 3384782 VAL 01-2015 (figura 9) num contra-ângulo a baixa velocidade.

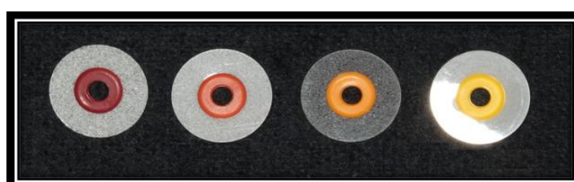


Figura 9: Discos de polimento OptiDisc®.

Cada etapa do polimento foi realizada com uma pressão uniforme e ligeira, num padrão circular, num total de 40 segundos. O polimento foi efetuado sempre pelo mesmo operador para evitar a variabilidade entre operadores.

Posteriormente, os espécimes foram lavados com um jacto de água destilada durante 1 minuto e com o auxílio de uma escova de dentes macia (figura 20, em anexo) (para retirar eventuais detritos provenientes do polimento), sendo novamente colocados nos respetivos tubos de ensaio, contendo 3 mL de água destilada na estufa seca à temperatura de 37°C durante 24h.

#### 4. Protocolo de Branqueamento

Os espécimes dos 3 grupos B10 foram expostos a PC 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil) (figura 10) (tabela 3), durante 6 horas, durante 14 dias ininterruptos, para simular o branqueamento dentário externo em ambulatório.



Figura 10: Seringa com gel de PC a 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil).

Os espécimes dos 3 grupos B35 foram expostos a peróxido de hidrogénio a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil) (figura 11) (tabela 3), durante 15 minutos, com três aplicações no mesmo dia, uma vez por semana, durante duas semanas, perfazendo no total 6 aplicações, para simular o branqueamento dentário externo em consultório.



Figura 11: Peróxido de hidrogénio a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil).

Produtos de branqueamento	Composição Principal
<b>Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil</b>	Após mistura das fases: Peróxido de Hidrogénio a 30% - 35%, Espessantes, Mistura de Corantes, Glicol, Carga Inorgânica e Água desionizada.
<b>Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil</b>	Peróxido de Carbamida a 10%, Carbopol neutralizado, Nitrato de potássio, Fluoreto de sódio, Glicol, Água desionizada

Tabela 3: Descrição dos produtos de branqueamento utilizados (informação disponibilizada pelos fabricantes).

Os espécimes dos 3 Grupos C foram expostos a água destilada durante os 14 dias.

Em ambos os grupos teste (B10 e B35), a aplicação do gel foi repetida sempre à mesma hora e de forma a cobrir toda a superfície polida e não polida dos espécimes com uma espessura uniforme (0,5 mm por espécime) (figura 12 e 13).



Figura 12: Espécimes com PC a 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil).



Figura 13: Espécimes com PH a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil).

Durante o período de contacto com o gel (6 horas ou 15 minutos) os espécimes permaneceram na estufa seca, a 37°C. No final de cada aplicação do gel, os espécimes foram lavados com um jacto de água destilada durante 1 minuto e com o auxílio de uma escova de dentes macia, tendo sido de novo, colocados nos respetivos tubos de ensaio.

A água destilada de todos os espécimes foi mudada a cada 24 horas para minimizar os efeitos do monómero. Os espécimes foram sempre colocados na estufa seca a 37°C para simular a temperatura oral e limitar a exposição de luz.

Após a última aplicação do gel de branqueamento nos grupos, todos os espécimes permaneceram 24 horas em água destilada na estufa a 37°C.

## **5. Análise da Microdureza com o teste de Knoop**

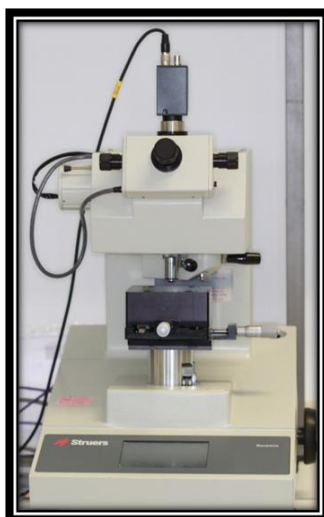


Figura 14: Teste de microdureza Knoop (Duramin, Struers, A/S, DK 2750, Ballerup, Denmark).

Foram realizadas seis indentações aleatórias na superfície superior de cada espécime recorrendo ao teste de microdureza Knoop n° de série 565587 (Duramin, Struers, A/S, DK 2750, Ballerup, Denmark) (figura 14) sendo aplicada uma carga de 50g durante 5 segundos, as figuras referentes às indentações de cada grupo experimental encontram-se em anexo.

O valor de dureza knoop (KHN) é calculado através da fórmula:

$$\text{KHN} = 1,451 (F/d^2)$$

Onde,

F representa a carga em Newtons (N)

d representa o comprimento da indentação, em mm

## 6. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através do programa SPSS 19.0 para Windows (SPSS Ins, Chicago, IL, USA).

Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados, foi utilizado o teste *two-way*-ANOVA para um grau de confiança de 95%. Como o *p-value* foi superior a 0,05 ( $p=0,051$ ) para o teste de Levene (tabela 4), realizou-se um teste paramétrico pois todos os requisitos eram cumpridos.

Realizou-se a análise ANOVA e posteriormente foi efetuado o teste Tukey HSD<sup>a,b</sup> para se averiguar onde se encontravam as diferenças estatisticamente significativas.

Microdureza – Knoop			
F	df1	df2	Sig.
1,958	8	315	0,051

Tabela 4: Teste de Levene ( $p=0,051$ ).

## RESULTADOS

### 1. Estatística descritiva

No gráfico 1 encontra-se a distribuição dos valores de microdureza obtidos, podendo-se observar que estes seguem a normalidade.

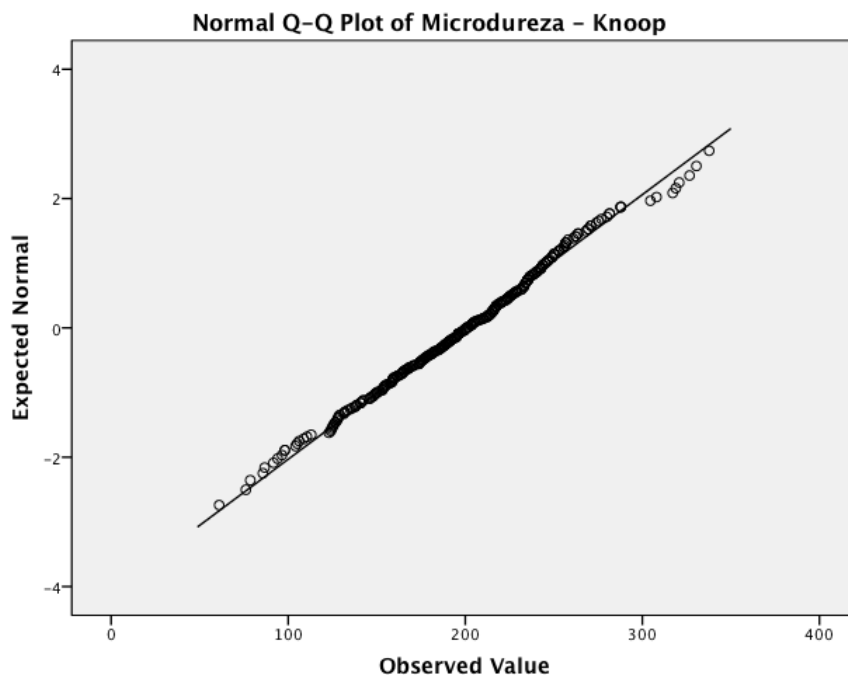


Gráfico 1: Distribuição normal dos valores obtidos na microdureza.

A análise ANOVA revelou existirem diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o tipo de resina composta e o tipo de branqueamento. Posteriormente foi efetuado o teste Tukey HSD<sup>a,b</sup> para verificar onde se encontravam as diferenças estatisticamente significativas.

Após observação dos dados, o compósito que apresenta uma microdureza mais alta é o Filtek Supreme XT<sup>®</sup> ( $228,744 \pm 3,984$ ), seguido do Enamel Plus HRi<sup>®</sup> ( $190,528 \pm 3,984$ ) e por último o que apresenta o menor valor de microdureza é o Herculite XRV<sup>®</sup> ( $178,549 \pm 3,984$ ), conforme ilustrado no gráfico 2 e na tabela 5, em anexo. No entanto existem diferenças estatisticamente significativas entre Enamel Plus HRi<sup>®</sup> e Filtek Supreme XT<sup>®</sup> e ainda entre o Herculite XRV<sup>®</sup> e o Filtek Supreme XT<sup>®</sup>, com  $p=0,00$  para ambos (tabela 6, em anexo).

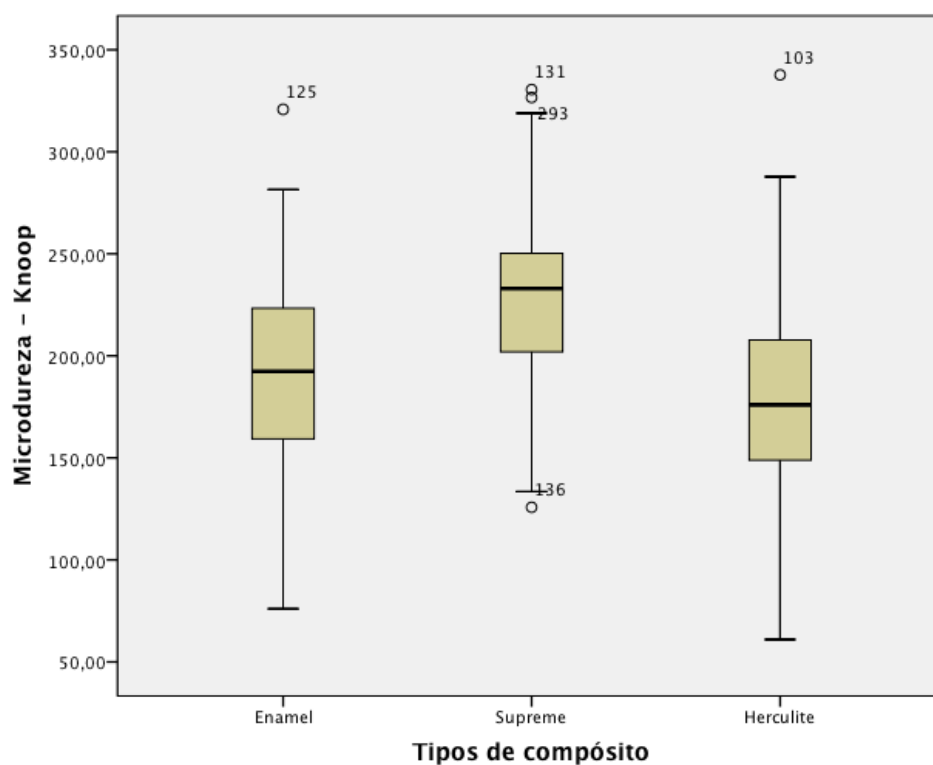


Gráfico 2: Distribuição dos valores de microdureza pelos vários tipos de compósitos.

Relativamente aos vários tipos de branqueamento, o que obteve o maior valor de microdureza foi o grupo controlo ( $207,656 \pm 3,984$ ), enquanto o menor valor foi referente ao grupo com PC a 10% ( $191,038 \pm 3,984$ ) sendo que a diferença entre dois grupos experimentais, foi estatisticamente significativa ( $p=0,010$ ) (tabela 7, em anexo) para um intervalo de confiança de 95%. Já o grupo de PH a 35% obteve valores de microdureza intermédios ( $199,127 \pm 3,984$ ), como representado no gráfico 3. De referir que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas quer entre o grupo PH a 35% e o grupo Controlo ou entre o grupo PH a 35% e o grupo de PC a 10%.

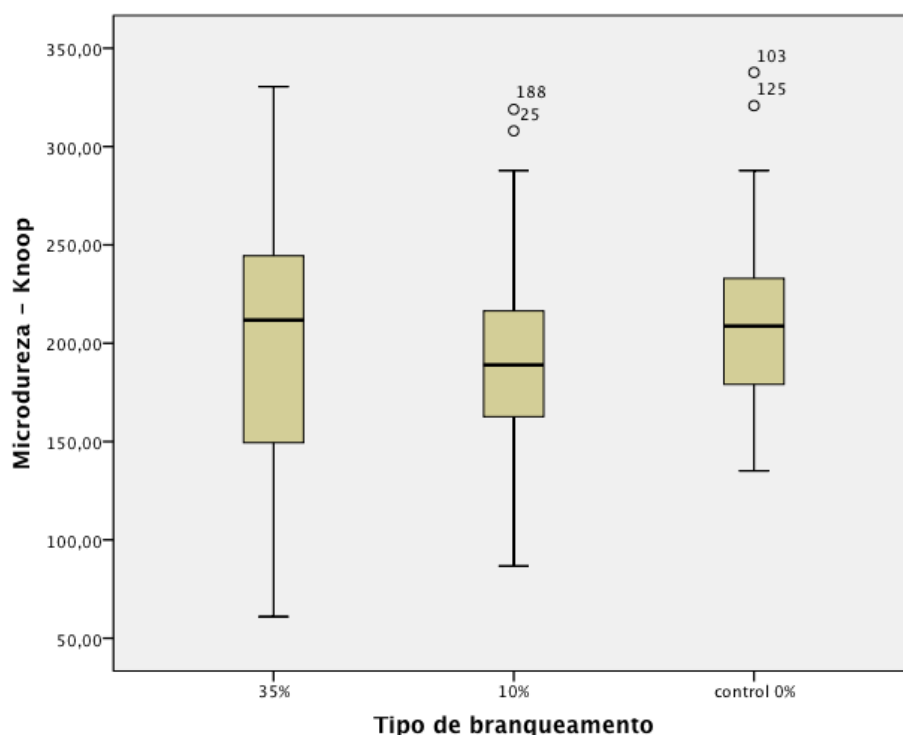


Gráfico 3: Distribuição dos valores de microdureza pelos vários tipos de branqueamento.

A distribuição dos valores de microdureza relacionando o tipo de branqueamento e o tipo de compósito utilizado encontra-se ilustrada nos gráficos 4 e 5 sendo gráficos de linhas e de barras, respetivamente. Nestes, verifica-se que a microdureza aumenta no Filtek Supreme XT<sup>®</sup> consoante se aumenta a concentração do agente branqueador, logo o maior valor de microdureza verifica-se com o PH a 35%. Ao invés do Herculite XRV<sup>®</sup>, onde o menor valor de microdureza corresponde ao PH a 35% e o maior valor ao grupo controlo. Em relação ao Enamel Plus HRi<sup>®</sup> é no grupo branqueado com PC a 10% que se verifica o menor valor de microdureza, seguido pelo grupo com PH a 35% e sendo o maior valor correspondente ao grupo controlo.



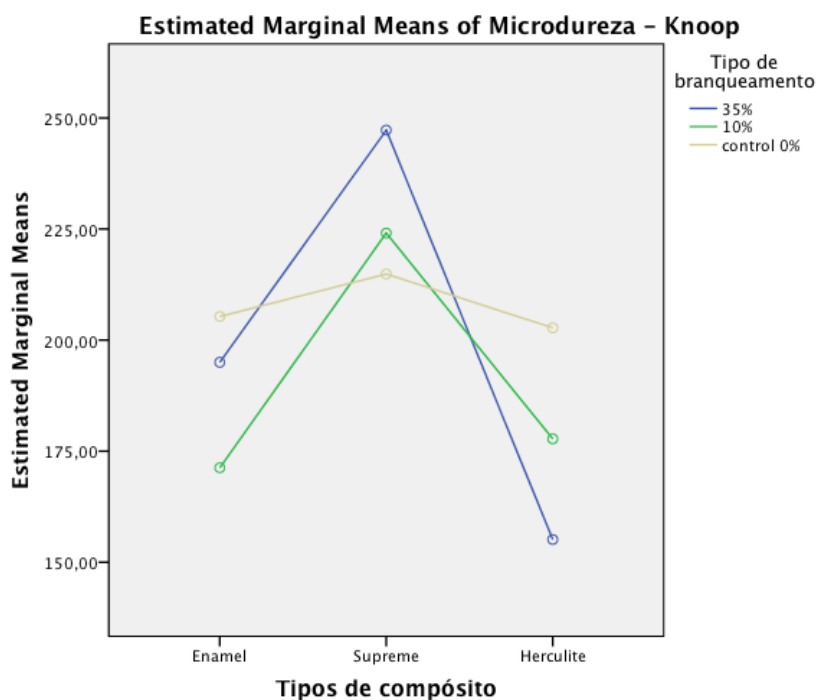


Gráfico 4: Distribuição dos valores de microdureza, (relação entre os diferentes branqueamentos e as diferentes resinas compostas).

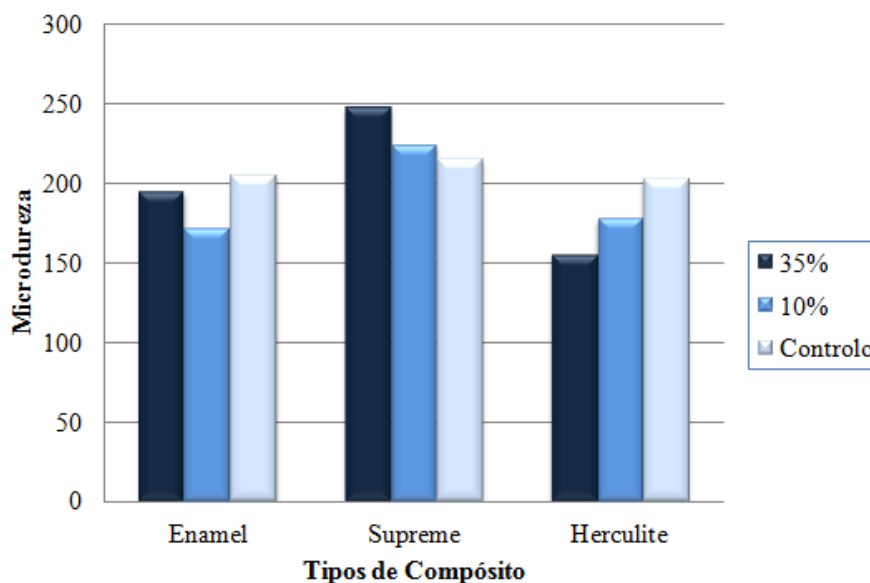


Gráfico 5: Gráfico de barras com a distribuição dos valores de microdureza (relação entre os diferentes branqueamentos e as diferentes resinas compostas).

Uma vez que se verificam apenas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo B10% e o grupo C, a hipótese nula 1 é rejeitada

As restantes hipóteses nulas são aceites, visto que não se observam diferenças entre o grupo B35% e o grupo C e entre o grupo B35% e o grupo B10%.

## DISCUSSÃO

Atualmente, tem-se observado um aumento do número das restaurações estéticas em resina composta. Para acompanhar este fenómeno, novas resinas compostas têm sido desenvolvidas para obter um comportamento quer a nível estético, quer a nível mecânico o mais semelhante à estrutura dentária (Costa *et al.*, 2009). Assim é muito comum na prática clínica encontrarmos dentes que planeamos branquear com restaurações dentárias. Por isso, é importante para os Médicos Dentistas compreenderem os efeitos de agentes branqueadores sobre as propriedades físicas e químicas dos materiais de restauração (Yu *et al.*, 2008). Contudo, na literatura existente, os efeitos dos agentes branqueadores sobre a microdureza de superfície das resinas compostas não têm sido amplamente estudada (Yalcin & Gürkan, 2005; Yu *et al.*, 2008).

Assim o presente trabalho pretendeu avaliar os efeitos do branqueamento dentário externo na microdureza de resinas compostas, uma nanohíbrida (Enamel Plus HRi<sup>®</sup>), uma nanoparticulada (Filtek Supreme XT<sup>®</sup>) e uma microparticulada (Herculite XRV<sup>®</sup>).

Para tal foram utilizadas duas concentrações: PC a 10% (Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil) e PH a 35% (Whiteness HP maxx 35%, FGM, Brasil). Utilizou-se PC a 10% para simular o protocolo de branqueamento em ambulatório, sendo que esta percentagem é a única considerada segura pela ADA (ADA, 2008).

Uma das formas de avaliar a microdureza consiste na realização do teste de Knoop, o qual foi utilizado devido á sua grande vantagem em relação ao Vickers, pois o primeiro necessita apenas de uma indentação para produzir o valor de dureza sendo esta mais precisa (Yap & Wattanapayungkul, 2002). No entanto o Vickers é mais sensível a detetar erros que o Knoop porque produz uma diagonal menor, correspondente a uma maior profundidade de indentação (Anusavice, 2003).

Após uma revisão da literatura existente padronizou-se uma carga de 50 g durante 5s (Alexandre *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2007; Briso *et al.*, 2010).

Neste estudo, foi demonstrado que existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo controlo e o grupo com PC a 10%, com um  $p=0,010$  pelo que a hipótese nula correspondente a este objetivo foi rejeitada. No entanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de PH a 35% em

relação ao grupo controlo e ao grupo PC a 10%, pelo que, as hipóteses nulas relativas a estes objetivos foram aceites.

Os espécimes neste estudo foram lavados e escovados sobre água corrente para retirar eventuais detritos na superfície, como é recomendado em vários estudos (Campos *et al.*, 2003; Müjdecı & Gökay, 2005; Okte *et al.*, 2006).

A água destilada era mudada de 24h em 24h para minimizar os efeitos do monómero existente (Türker & Biskin, 2003), como aconteceu no presente estudo. Contudo vários autores (Attin *et al.*, 2004; Alexandre *et al.*, 2006; Hanning *et al.*, 2007) afirmam que não se deveria utilizar água destilada mas sim saliva artificial porque esta pode modificar ou atenuar o efeito de peróxidos na resina de matriz do compósito pois a atividade da peroxidase presente na saliva circundante e a película formada sobre os espécimes pode minimizar o impacto dos agentes branqueadores, além de que a saliva pode ainda ajudar a lavar os peróxidos da superfície.

Polydorou & Hellwig & Auschill, 2007 utilizou PH a 38% em curtos períodos de tempo (15, 30, 45 mim) representado as condições clinicas no protocolo de branqueamento em consultório, ao contrário de outros estudos (Monaghan *et al.*, 1992; Cullen *et al.*, 1993) que simulam os efeitos cumulativos da libertação de peróxido. Yap & Wattanapayunkul, 2002 associaram ao pouco tempo de exposição (30 mim) a utilização de luz. No presente ensaio laboratorial, foram utilizados curtos períodos de tempo de exposição de PH a 35%, cerca de 15 mim, com três aplicações num dia, como está recomendado pelo fabricante, para simular o branqueamento em consultório.

As propriedades das resinas compostas são influenciadas pelo tipo, tamanho e volume das partículas de carga (Müjdecı & Gökay, 2005). As partículas de carga afetam o brilho da superfície, o coeficiente de expansão térmica e a contração de polimerização dos materiais restauradores (Lee *et al.*, 2002). Sendo que quanto maior for a concentração de partículas de carga maior será a microdureza (Lee *et al.*, 2002; Müjdecı & Gökay, 2005), vários estudos comprovam este facto (Chung, 1990; Yap & Wee, 2002, Oberholzer *et al.*, 2003). Outros fatores parecem também contribuir, como o tamanho, forma das partículas e a ligação entre as partículas e a matriz de resina. (Müjdecı & Gökay, 2005).

Num estudo de Beun *et al.*, 2007 que compara as propriedades de vários compósitos (microparticulados, nanoparticulados e universais), o menor valor de microdureza foi obtido pelo grupo das resinas compostas microparticuladas, enquanto o maior valor de microdureza foi obtido pelo grupo das nanoparticuladas. Estes resultados

estão em concordância com os resultados obtidos no presente estudo e são os esperados, sendo que o valor maior de microdureza corresponde ao Filtek Supreme XT<sup>®</sup> ( $228,744 \pm 3,984$ ) seguida do Enamel Plus HRI<sup>®</sup> ( $190,528 \pm 3,984$ ) sendo o valor mais baixo encontrado no Herculite XRV<sup>®</sup> ( $178,549 \pm 3,984$ ).

A literatura existente é muito esclarecedora quanto à superioridade das propriedades mecânicas das resinas nanoparticuladas (Mitra *et al.*, 2003; Beun *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2010). Os autores atribuem estas características à presença de uma maior concentração de partículas inorgânicas (Beun *et al.*, 2007) e à presença de *nanoclusters* que providencia um mecanismo de reforço a estes materiais resultando na melhoria significativa das suas propriedades (Chen *et al.*, 2010; Zimmerli *et al.*, 2010). Estes *nanoclusters* têm a capacidade de absorver as forças de carga, levando à deformação destes aglomerados e à propagação de múltiplas fraturas no seu interior o que conduz a um mecanismo de fratura único, que leva a um aumento da intolerância ao dano (Curtis *et al.*, 2009).

No caso das resinas compostas, o branqueamento têm influência na matriz de resina e/ou nas partículas, no entanto, as partículas de carga são normalmente constituídas por vidro ou cerâmica logo o efeito do PH é mínimo, enquanto o efeito na matriz de resina é diferente. Esta pode ser quimicamente degradada por elevadas concentrações ou repetidas aplicações de PH (Yalcin & Gürkan, 2005; Costa *et al.*, 2009).

Bailey & Swift, 1992 demonstraram que havia diferenças estatisticamente significativas utilizando PC a 10%, enquanto outros estudos (García-Godoy *et al.*, 2002; Yap & Watanapayungkul, 2002; Türker & Biskin, 2003) observaram que os géis de PC não alteravam a microdureza significativamente ou que esta aumentava (Cooley & Burger, 1991; Campos *et al.*, 2003).

Campos *et al.*, 2003 demonstraram que maiores concentrações de PC envolviam menores valores de microdureza, apenas para determinados materiais, pois quanto maior a concentração maior percentagem de peróxido de hidrogénio libertado e consequentemente a maior é a degradação da estrutura dos materiais. Já Cooley & Burger, 1991 e Basting *et al.*, 2005 utilizaram diferentes produtos de PC a 10% e diferentes tipos de resinas compostas, e observaram um aumento da microdureza dos compósitos. Este aumento deve-se possivelmente a mudanças estruturais nos compósitos, que com o tempo resulta numa continuação da polimerização (Müjdeci &

Gökay, 2005), ou que existem compósitos que são mais suscetíveis aos agentes branqueadores (Türker & Biskin, 2002; Basting *et al.*, 2005; Müdjeci & Gökay, 2006).

Um estudo de 2008, onde utilizaram PC a 16% e PH a 35% e uma resina composta híbrida, sendo os produtos branqueadores da mesma firma das do presente estudo, obtiveram resultados similares. Isto é, existiram diferenças significativas apenas entre o grupo de PC a 10%, tendo-se verificado uma diminuição da microdureza. (Lima *et al.*, 2008). Assim como Briso *et al.*, 2010 que utilizando uma resina microhíbrida e o mesmo agente branqueador PC a 16% obteve resultados semelhantes. A Whiteness Perfect 10%, FGM, Brasil usada no presente estudo tem na sua constituição carbopol como um agente espessante, este aumenta a aderência e a libertação do agente branqueador. A diminuição da microdureza pode ser causada por agentes químicos, como o carbopol, presentes nos produtos branqueadores, com valores de solubilidade próximos aos da matriz de resina (Bailey & Swift, 1992; Yap & Watanapayungkul, 2002). O BisGMA e o UDMA utilizados na matriz de resina das resinas compostas podem sofrer uma diminuição da dureza por agentes químicos com valores de solubilidade de 18,2 até 29,7 MPa (Bailey & Swift, 1992; Yap & Watanapayungkul, 2002).

As diferenças encontradas são atribuídas a diferenças no pH entre os agentes branqueadores (Langsten *et al.*, 2002; Briso *et al.*, 2010; Sharafeddin & Jamalipour, 2010) Neste estudo o pH, segundo o fabricante é neutro (entre 6.0 e 7.0) pelo que o efeito deve ser menor do que um pH ácido, como é comprovado por Swift & Perdigão, 1998. Os agentes branqueadores contêm uma variedade de solventes aquosos, como o carbopol que é um polímero ácido (Rodrigues *et al.*, 2007), que podem contribuir para isoladamente ou em conjunto com outros componentes na solubilização da matriz de resina. (Langsten *et al.*, 2002; Sharafeddin & Jamalipour, 2010). Contudo, a maioria dos produtos de branqueamento apresenta um pH neutro, ou muito próximo (Polydorou & Hellwig & Auschill, 2007). Estudos recentes referem que os géis de branqueamento utilizados em ambulatório que são refrigerados apresentam maiores valores de pH, concluindo que a temperatura afeta os agentes branqueadores (Briso *et al.*, 2010), uma vez que um pH alcalino (9.5 – 10.8) produz mais facilmente radicais livres peróxido, resultando num aumento de eficácia em 50% no mesmo período de tempo (Malkondu *et al.*, 2011).

O PC decompõe-se em ureia e PH, este por sua vez forma radicais livres que eventualmente forma água e acelera a degradação hidrolítica do compósito (Rattacaso *et*

*al.*, 2011), resultando numa falha da ligação das partículas de carga com a matriz de resina, aumentando a dureza superficial (Watanapayungkul *et al.*, 2004). Este mecanismo permite explicar o aumento de microdureza verificado pela resina composta nanoparticulada após branqueamento com PC a 10%.

O único estudo *in situ* que estudou os efeitos dos agentes branqueadores nas resinas composta, com utilização de PC a 15% durante 2 semanas não revelou alterações significativas na microdureza (Yu *et al.*, 2008). Estes resultados contrastam com alguns resultados obtidos *in vitro* e até com os resultados obtido neste trabalho experimental, tal pode dever-se às condições diferentes, sendo que no estudo de 2008 foi proporcionado um ambiente oral real e os outros estudos que utilizaram saliva, não diluíram ou tamponaram os agentes branqueadores com saliva durante o tratamento, podendo resultar em resultados diferentes (Yu *et al.*, 2008). Acrescenta-se ainda as diferenças nos protocolos e nos materiais utilizados (Swift & Perdigão, 1998).

Neste estudo não se verificaram diferenças estatisticamente significativas utilizando PH de 35% entre o grupo controlo e o grupo de PC a 10%, estando de acordo com vários estudos (Yap & Watanapayungkul, 2002; Polydorou & Hellwig & Auschill, 2007). De facto estes autores referem que as alterações verificadas no aumento, decréscimo ou manutenção dos valores de microdureza são dependentes do material utilizado e segundo Türker & Biskin, 2002 depende do agente branqueador utilizado, o que pode explicar as variações de valores de microdureza encontrados no presente trabalho experimental.

É conhecido que o peróxido de hidrogénio apresenta grandes capacidades de oxidação e de redução, gerando radicais livres que têm uma grande capacidade de difusão, possivelmente induzindo a clivagem oxidativa das cadeias poliméricas (Malkondu *et al.*, 2011; Hanning *et al.*, 2007; Kwon *et al.*, 2010). Assim o esperado é que as cadeias duplas que não reagiram aquando da fotopolimerização, são as possuem uma maior vulnerabilidade para os agentes branqueadores (Malkondu *et al.*, 2011; Hanning *et al.*, 2007).

Num estudo de Malkondu *et al.*, 2011 em que utilizaram Filtek Supreme XT<sup>®</sup> obteve-se uma redução da microdureza após branqueamento com PH a 10% (Treswhite supreme), 1h de aplicação durante 10 dias, e PC a 20% (Opalescence PF), 6 h de aplicação durante 7dias, mas, não foi estatisticamente significativa. Devido à elevada concentração de matriz de resina dos nanocompósitos seria de supor que houvesse uma diminuição da dureza superficial do Filtek Supreme XT<sup>®</sup> com o PC a 10% (224,092 ±

6,9) e PH a 35% ( $247,261 \pm 6,9$ ). Contudo tal não verificou existindo um aumento desta em relação ao grupo controlo ( $214,881 \pm 6,9$ ). Os efeitos de dissolução sobre os materiais dependem da profundidade de penetração do agente branqueador logo, se o material de restauração apresenta ligações fortes entre os polímeros de elevado peso molecular (BisGMA e UDMA) poderá ser necessário mais tempo para que o agente branqueador se difunda através destas ligações, portanto o efeito do branqueamento é dependente do material e da concentração (Malkondu *et al.*, 2011; Müjdecı & Gökay, 2005). Assim as diferenças entre os estudos encontradas para o mesmo tipo de resina composta podem-se explicar pela utilização de diferentes produtos de branqueamento, com diferentes concentrações e diferentes períodos de exposição.

Türker & Biskin, 2002 após a aplicação de vários géis de PC, num compósito microparticulado, encontraram resultados dependentes do agente branqueador utilizado, sendo que a microdureza aumentou com Nite-White (PC a 16%) e com o Opalescence (PC a 10%). Com o Rembrandt (PC a 10%) verificou-se uma diminuição, sendo as diferenças estatisticamente significativas apenas nos dois primeiros. De facto este tipo de resina composta apresenta um maior conteúdo de matriz de resina do que os compósitos híbridos sendo então esperado alterações na microdureza (Sharafeddin & Jamalipour, 2010). Por outro lado, Soderholm *et al.*, 1984 explica que a maior densidade de “*crack*” encontrada neste materiais é devido à forma das partículas, sendo que a forma esférica pode diminuir o stress e reduzir consequentemente o risco de “*crack*”.

Não foi realizada a análise estatística relacionando o polimento com a microdureza, apesar de pela análise dos dados se supor que não existem diferenças estatisticamente significativas. Um estudo de 2007, comprovou que de facto não existem diferenças na microdureza, entre espécimes polidos e não polidos (Polydorou *et al.*, 2007; Polydorou & Hellwig & Auschill, 2007). Alguns autores recomendam que após o branqueamento as restaurações sejam repolidas para remover áreas superficiais de dureza menor (Hannig *et al.*, 2007), sugerindo que estas alterações se limitam à superfície do material (Lima *et al.*, 2008).

Swift, 1997 refere que alterações na microdureza são leves e como tal não são suscetíveis de ser clinicamente significativas, pois determinados alimentos causam uma deterioração semelhante (Bailey & Swift 1992). El-Murr *et al.*, 2011 afirma que as margens de restaurações classes I e V não são afetados pelos agentes branqueadores, quer utilizando PC a 20% ou PH a 38%, mas estes resultados não se devem generalizar

para as restantes restaurações, sendo necessários mais estudos. Contudo, Yalcin & Gürkan, 2005 referem que os agentes branqueadores não devem ser usados indiscriminadamente (Briso *et al.*, 2010) quando existem restaurações de resina composta presentes porque uma diminuição da dureza química das resinas compostas pode contribuir para um maior desgaste da resina (Bailey & Swift, 1992), ou seja um pior desempenho clínico (Polydorou *et al.*, 2007).

Relativamente ao presente estudo, a intensidade do fotopolimerizador deveria ter sido medida com um radiómetro como é realizado em alguns estudos (Müjdecı & Gökay, 2006; Hanning *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2009) para assegurar que a intensidade de luz é constante ao longo do estudo.

Devido à inconstância de resultados presente na literatura sobre os efeitos do branqueamento na microdureza e sobre os seus efeitos clínicos, mais estudos são necessários com uma padronização da força, tempo, máquina de teste de microdureza, de resinas compostas e de agentes branqueadores. Estes estudos devem ser realizados *in situ* para avaliar a real influência da saliva na cinética de libertação do peróxido de hidrogénio (Attin *et al.*, 2004; Alexandre *et al.*, 2006; Hanning *et al.*, 2007), e observar quais os efeitos dos produtos de branqueamento nas várias propriedades das resinas compostas (Müjdecı & Gökay, 2006).

Recomenda-se que os Médicos Dentistas devem examinar cuidadosamente as restaurações antes de iniciarem um branqueamento dentário, para se terem uma selagem ótima da câmara pulpar, minimizando os efeitos adversos. Novos estudos são necessários para determinar a taxa de microinfiltração, *in vitro*, que pode levar a problemas com restaurações existentes na situação clínica (Attin *et al.*, 2004).



## CONCLUSÃO

Na literatura existente existe uma grande controvérsia sobre os efeitos dos agentes branqueadores na microdureza das resinas compostas, concluindo-se que alguns tipos de resinas compostas são mais sugestíveis a sofrerem alterações e alguns dos agentes branqueadores têm maior propensão a causar alterações.

Segundo o estudo laboratorial efetuado e considerando as suas limitações podem-se retirar as seguintes conclusões:

- O branqueamento dentário externo com um gel de PC a 10% provoca alterações estatisticamente significativas na microdureza das resinas compostas.
- Verificou-se um decréscimo da microdureza com o gel a 10% na resina composta nanohíbrida e microparticulada. Já na resina composta houve um aumento da microdureza face ao grupo controlo.
- O branqueamento dentário externo com o gel de PH a 35% não provocou alterações estatisticamente significativas face ao grupo controlo e ao grupo de PC a 10%.

Pode-se concluir ainda que os efeitos dos agentes branqueadores são dependentes do material utilizado, da concentração utilizada e do tempo. Deste modo e apesar dos agentes branqueadores serem considerados seguros, devem fazer-sempre acompanhar da supervisão de um Médico Dentista.

As restaurações de resina composta após o branqueamento e sob o ponto de vista das alterações na microdureza, não constitui uma indicação perentória para a sua substituição assim devem ser tomados em linha de conta outros fatores como a força de adesão, a estética para se tomar a decisão de substituição ou não da restauração.

Não sendo consensual as alterações físicas e químicas nas resinas compostas pelos agentes branqueadores, é necessário mais investigação para esclarecer o real impacto clínico nas restaurações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexandre RS, Sundfeld RH, Briso AL, Bedran-Russo AK, Valentino TA, Sundfeld ML. Effect of 10% carbamide peroxide dental bleaching on microhardness of filled and unfilled sealant materials. *J Esthet Restor Dent*. 2006; 18(5): 273-8.
2. Annasice KJ. Mechanical properties of dental materials in *Phillip's Science of Dental Materials*. 11<sup>th</sup> edition Philadelphia: WS Saunders; 2003.
3. American Dental Association. Statement on the safety and effectiveness of tooth whitening products. Chicago. 2008 [acedido em: 27 de Abril de 2012]. Disponível em: <http://www.ada.org/1902.aspx>
4. Attin T, Hanning C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic review. *Dent Mater*. 2004; 20(9): 852-61.
5. Bailey SJ, Swift EJ. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quint Int*. 1992; 23(7): 489-494.
6. Basting RT, Fernández C, Ambrosano G, Campos I. Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable Composite resins. *J Esthet Restor Dent*. 2005; 17: 256-263.
7. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater*. 2007; 23(1): 51-9.
8. Borges AB, Yui KC, D'Avila TC, Takahashi CL, Torres CR, Borges AL. Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals. *Oper Dent*. 2010; 35(2): 180-6.
9. Briso AL, Tuñas IT, de Almeida LC, Rahal V, Ambrosano GM. Effects of five carbamide peroxide bleaching gels on composite resin microhardness. *Acta Odontol Latinoam*. 2010; 23(1): 27-31.
10. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater*. 2007; 23(5): 586-96.
11. Campos I, Briso A, Pimenta L, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2003; 15: 175-183.

12. Cehreli ZC, Yazici R, García-Godoy F. Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. *Oper Dent*. 2003; 28(5): 605-9.
13. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res*. 2010; 89(6): 549-60.
14. Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J Dent Res*. 1990; 69(3): 852-6.
15. Cooley RL, Burger KM. Effect of carbamide peroxide on composite resins. *Quint Int*. 1991; 22(10): 817-821.
16. Costa SX, Becker AB, Rastelli AN, Loffredo L, Andrade MF, Bagnato VS. Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *Int J Dent*. 2009; 2009: 313845.
17. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res*. 2011; 90(4): 402-16.
18. Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL. Peroxide bleaches: effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1993; 69(3): 247-9.
19. Curtis AR, Palin WM, Fleming GJ, Shortall AC, Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: the impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dent Mater*. 2009a; 25(2): 188-97.
20. Curtis AR, Palin WM, Fleming GJ, Shortall AC, Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: characterizing discrete filler particles and agglomerates using a micromanipulation technique. *Dent Mater*. 2009b; 25(2): 180-7.
21. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching-a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003; 14(4): 292-304.
22. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res*. 2009; 23(1): 64-70.
23. El-Murr J, Ruel D, St-Georges AJ. Effects of external bleaching on restorative materials: a review. *J Can Dent Assoc*. 2011; 77: b59.
24. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011; 27(1): 29-38.
25. Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy A, Garcia-Godoy F. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *Gen Dent* 2002; 50(3): 247-250.
26. Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and polyacid modified composite. *Dent Mater*. 2007; 23: 198-203.

27. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quint Int.* 1991 Jul;22(7):515-23.
28. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quint Int.* 1992; 23(7): 471-88.
29. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006; 11(2): 215-20.
30. Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig.* 2009; 13(4): 427-38.
31. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J.* 2011; 56(1): 59-66.
32. ISO 4049 Polymer-based filling restorative and luting materials. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2000.
33. Jung CB, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Influence of 30% hydrogen peroxide bleaching on compomers in their surface modifications and thermal expansion. *Dent Mater J.* 2002; 21(4): 396-403.
34. Kwon YH, Shin DH, Yun DI, Heo YJ, Seol HJ, Kim HI. Effect of hydrogen peroxide on microhardness and color change of resin nanocomposites. *Am J Dent.* 2010; 23(1): 19-22.
35. Langsten R, Dunn W, Hartup G, Murchison D. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *J Esthet Restor Dent.* 2002; 14: 92-96.
36. Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Effect of bleaching agents on the fluoride release and microhardness of dental materials. *J Biomed Mater Res.* 2002; 63: 535-54.
37. Lima DA, De Alexandre RS, Martins AC, Aguiar FH, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of curing lights and bleaching agents on physical properties of a hybrid composite resin. *J Esthet Restor Dent.* 2008; 20(4): 266-275.
38. Lopes GC, Bonisconi L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S Jr. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent.* 2002; 14(1): 24-30.
39. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005; 17(2): 102-8.

40. Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say EC, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2011; 36(2): 177-86.
41. Manhart J, Chen HY, Hickel R. The suitability of packable resin-based composites for posterior restorations. *J Am Dent Assoc*. 2001; 132(5): 639-45.
42. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003; 134(10): 1382-90.
43. Monaghan P, Lim E, Lautenschlager E. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *J Prosthet Dent*. 1992; 68(4): 575-8.
44. Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Correr Sobrinho L, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investig*. 2006; 10(1): 23-8.
45. Müdjeci A, Gökay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2006; 95: 286-9.
46. Müdjeci A, Gökay O. Dental effects of home bleaching gels and whitening strips on the surface hardness of resin composites. *Am J Dent*. 2005; 18(5): 323-6.
47. Oberholzer TG, Grobler SR, Pameijer CH, Hudson AP. The effects of light intensity and method of exposure on the hardness of four light-cured dental restorative materials. *Int Dent J*. 2003; 53(4): 211-5.
48. Okte Z, Villalta P, García-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent*. 2006; 31(5): 623-628.
49. Perdigão J, Baratieri LN, Arcari GM. Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004; 16(3): 185-92.
50. Perdigão J. Dental whitening-revisiting the myths. *Northwest Dent*. 2010; 89(6): 19-21, 23-6.
51. Polydorou O, Hellwing E, Auschill TM. The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. *J Am Dent Assoc*. 2007; 138: 978-984.
52. Polydorou O, Mönting JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater*. 2007; 23(2): 153-158.
53. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(3): 659-75.
54. Rattacaso RM, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilar FG, Consani S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bleaching agent action on color stability, surface

- roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. Eur J Dent. 2011; 5(2): 143-9.
55. Rodrigues JA, Oliveira GP, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. Braz Oral Res. 2007; 21(2): 170-5.
  56. Sharafeddin F, Jamalipour G. Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. J Dent. 2010; 7(1): 6-12.
  57. Söderholm KJ. Influence of silane treatment and filler fraction on thermal expansion of composite resins. J Dent Res. 1984; 63(11): 1321-6.
  58. Swift EJ Jr. Restorative considerations with vital tooth bleaching. J Am Dent Assoc. 1997; 128: 60-64.
  59. Swift EJ Jr, Perdigao J. Effects of bleaching on teeth and restorations. Compend Contin Educ Dent 1998; 19(8): 815-20.
  60. Swift EJ Jr. In-office bleaching. J Esthet Restor Dent. 2005; 16(2): 87-8.
  61. Swift EJ Jr. Effects of bleaching on tooth structure and restorations, part IV: effects on restorative materials J Esthet Restor Dent. 2008; 20(3): 206-11.
  62. Türker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. J Prosthet Dent. 2003; 89(5): 466-473.
  63. Türker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. J Oral Rehab. 2002; 29: 657-661.
  64. Wattanapayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. Oper Dent. 2003; 28(1): 15-9.
  65. Wattanapayungkul P, Yap AU, Chooi KW, Lee MF, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. Oper Dent. 2004; 29(4): 398-403.
  66. Yalcin F, Gürkan S. Effect of two diferente bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. Dent Mater. 2005 May;21(5):464-8.
  67. Yap AU, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. Oper Dent. 2002; 27(2): 137-41.
  68. Yap AU, Wee KE, Teoh SH. Effects of cyclic temperature changes on hardness of composite restoratives. Oper Dent. 2002 Jan-Feb;27(1):25-9.
  69. Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effect of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials *in situ*. J Dent 2008; 36(4): 261-267.

70. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent* 2003; 28(2): 114-121.
71. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2010; 120(11): 972-86.

## **ANEXOS**



## I. Fotografias de materiais e dispositivos usados no ensaio laboratorial



Figura 15: Molde em silicone Putty Prestige®.

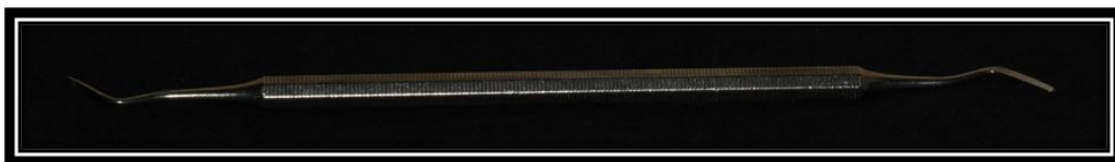


Figura 16: Espátula de inserção do compósito.



Figura 17: Placa de vidro.



Figura 18: Espécimes de compósito nanohíbrido (esquerda), nanoparticulado (centro) e microparticulado (direita).

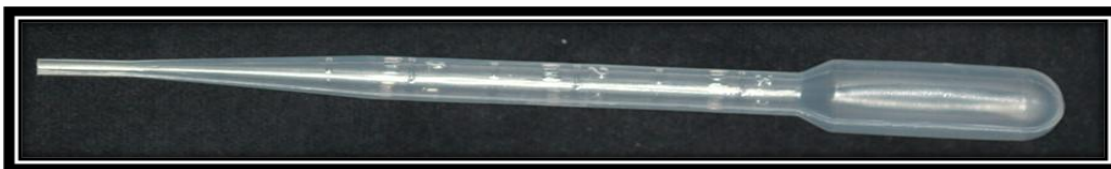


Figura 19: Pipeta utilizada para medir os 3 mL de água destilada.

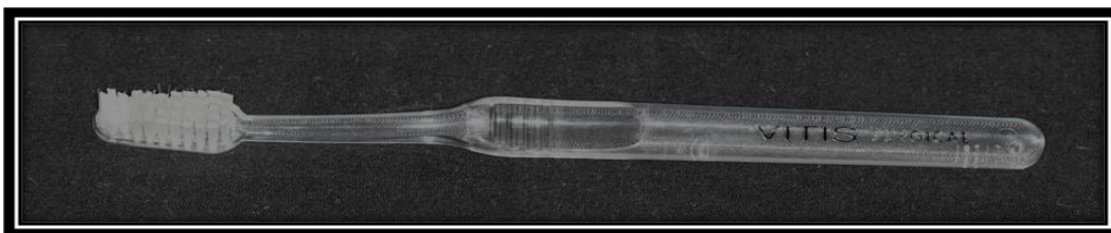


Figura 20: Escova de dentes.

## II. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi<sup>®</sup> expostos a água destilada

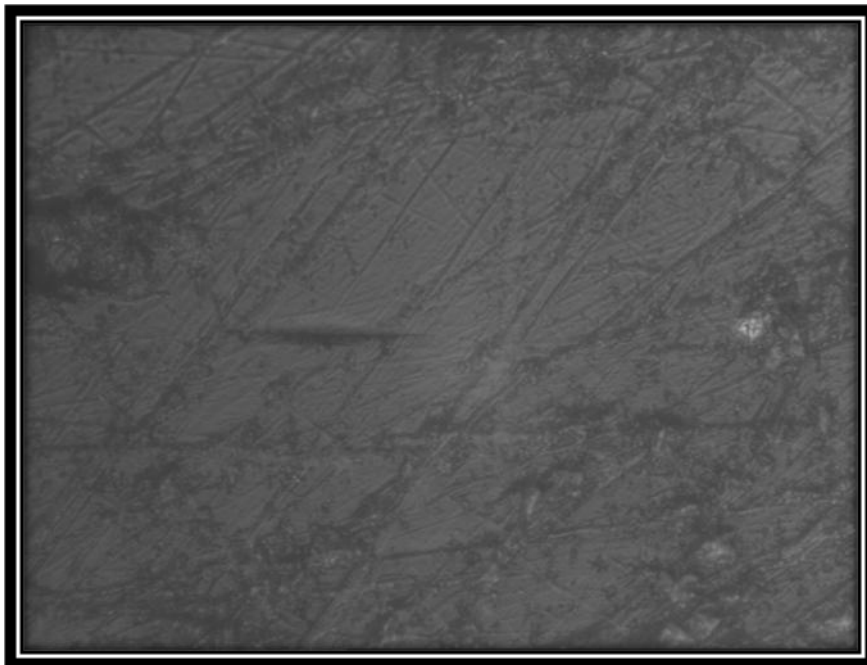


Figura I: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> polido e exposto a água destilada.

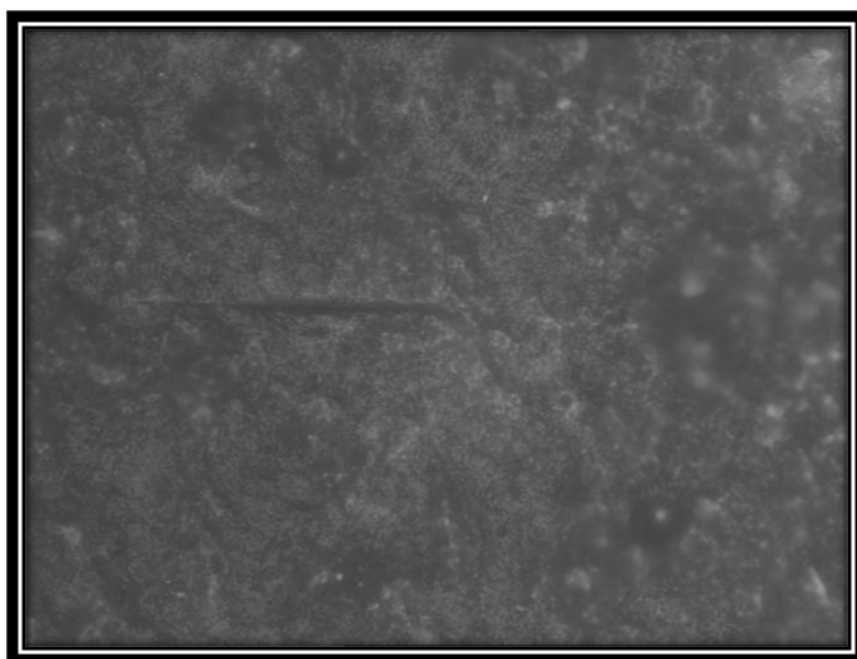


Figura II: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> não polido e exposto a água destilada.

### III. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi<sup>®</sup> expostos a PC a 10%

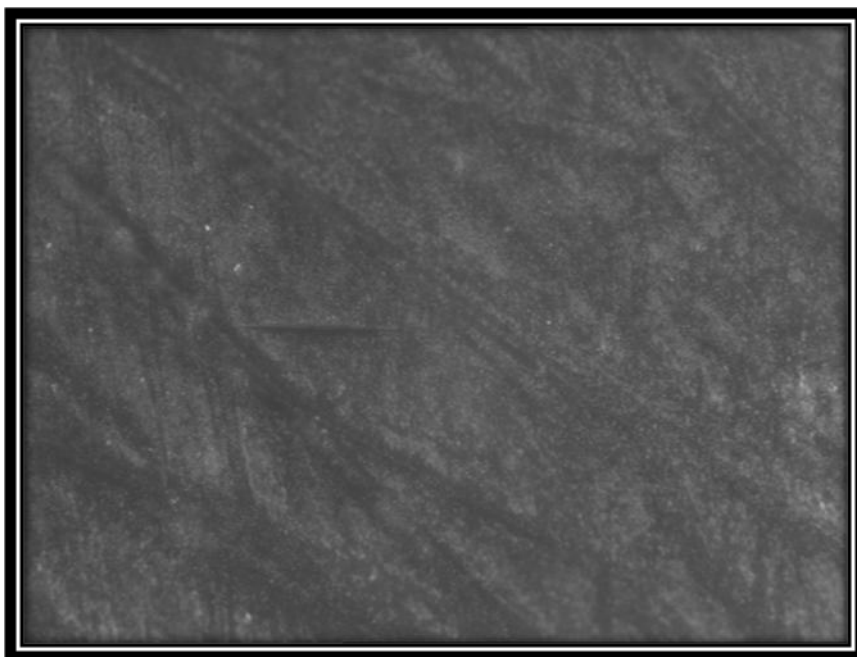


Figura III: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> polido e exposto a PC a 10%.

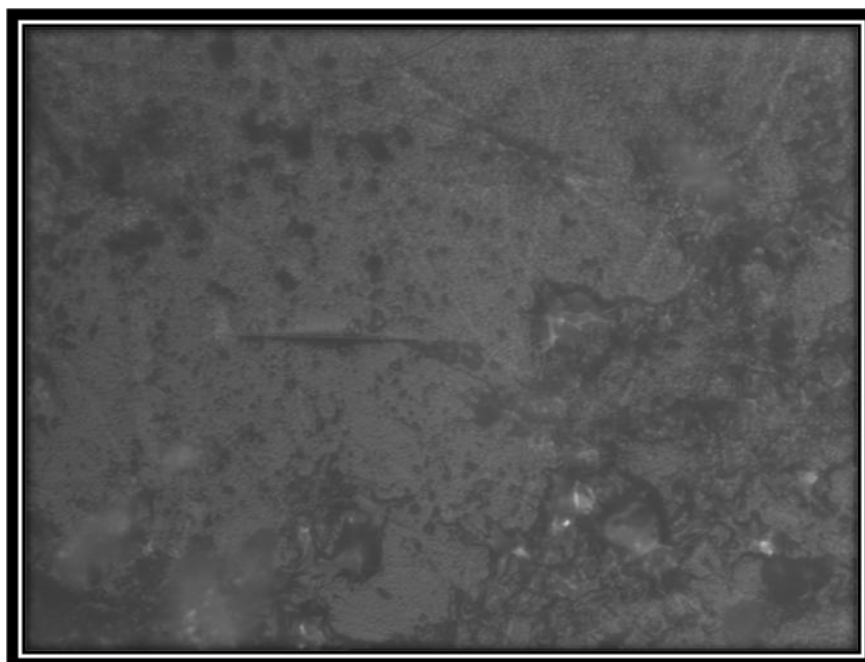


Figura IV: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> não polido e exposto a PC a 10%.

#### **IV. Fotografias de Knoop de espécimes de Enamel Plus HRi<sup>®</sup> expostos a PH a 35%**

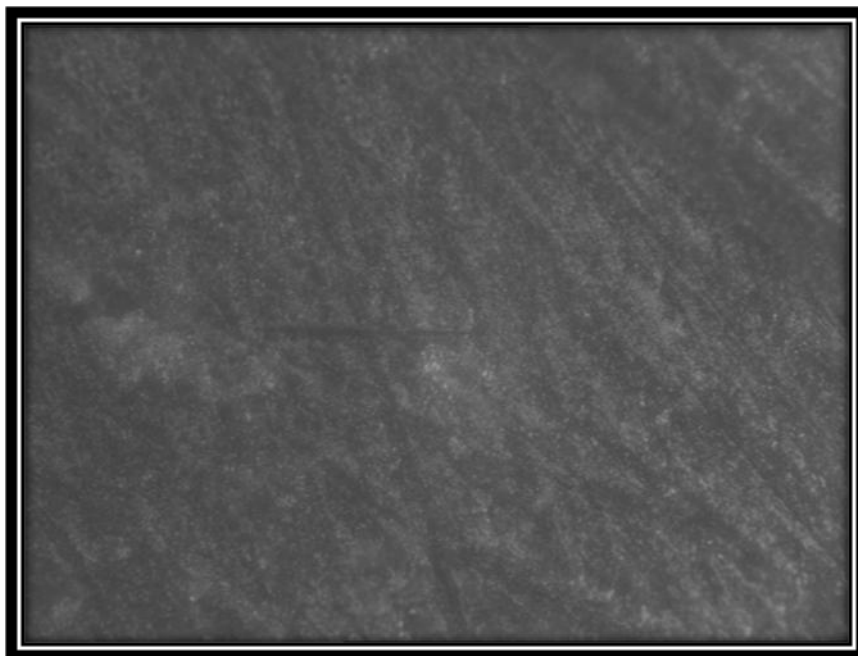


Figura V: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> polido e exposto a PH a 35%.

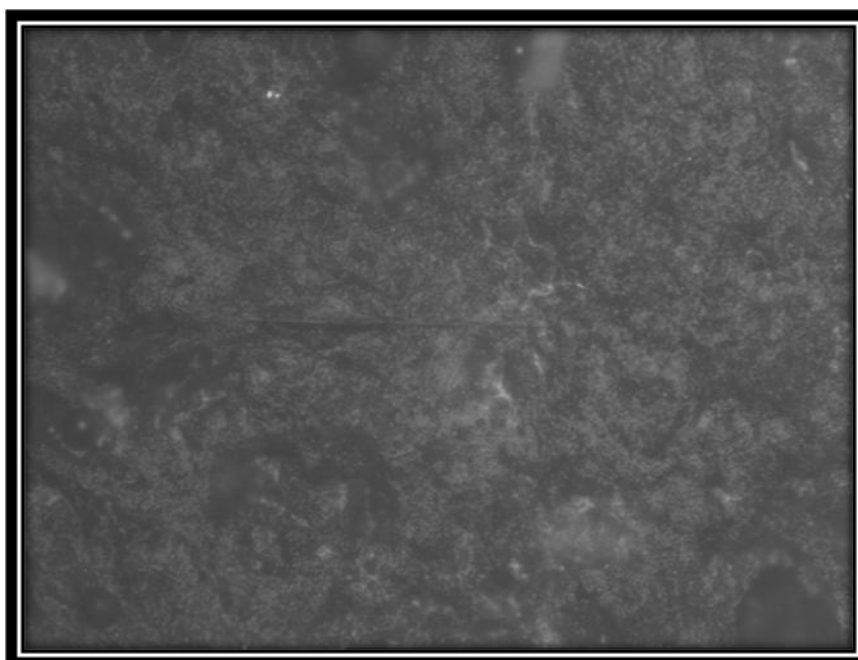


Figura VI: Fotografia de Knoop do espécime Enamel Plus HRi<sup>®</sup> não polido e exposto a PH a 35%.

**V. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT<sup>®</sup> expostos a água destilada**



Figura VII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> polido e exposto a água destilada.

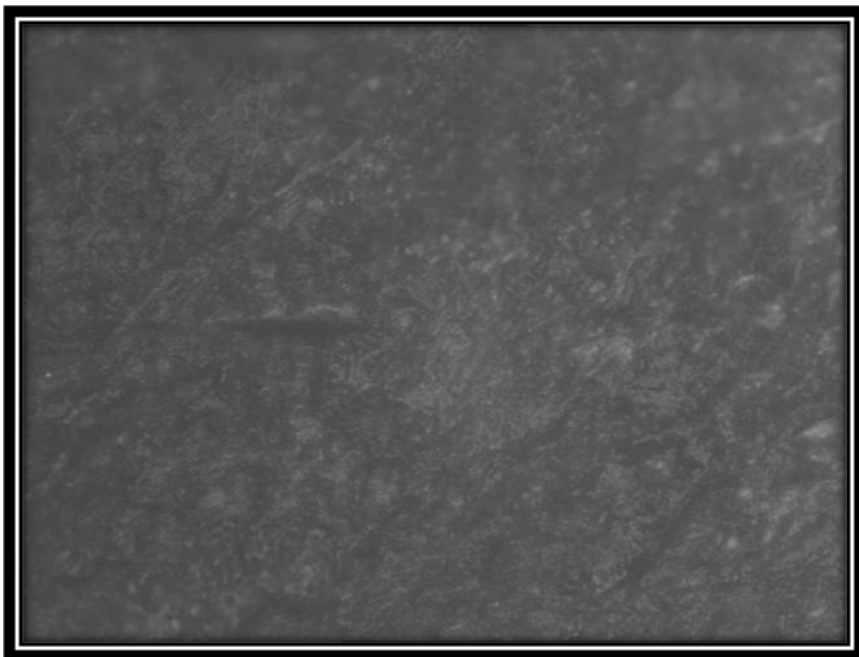


Figura VIII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> não polido e exposto a água destilada.

**VI. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT<sup>®</sup> expostos a PC a 10%**

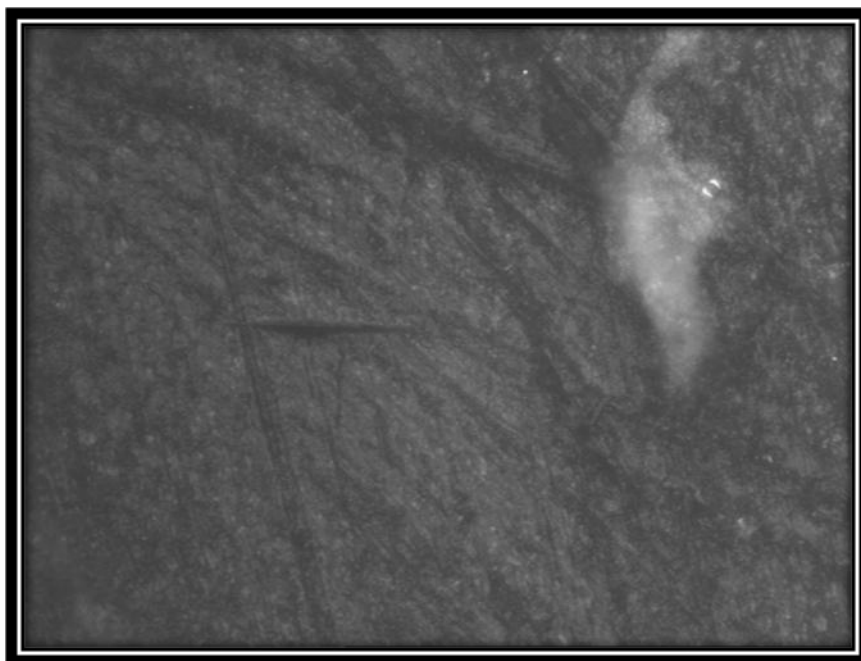


Figura IX: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> polido e exposto a PC a 10%.

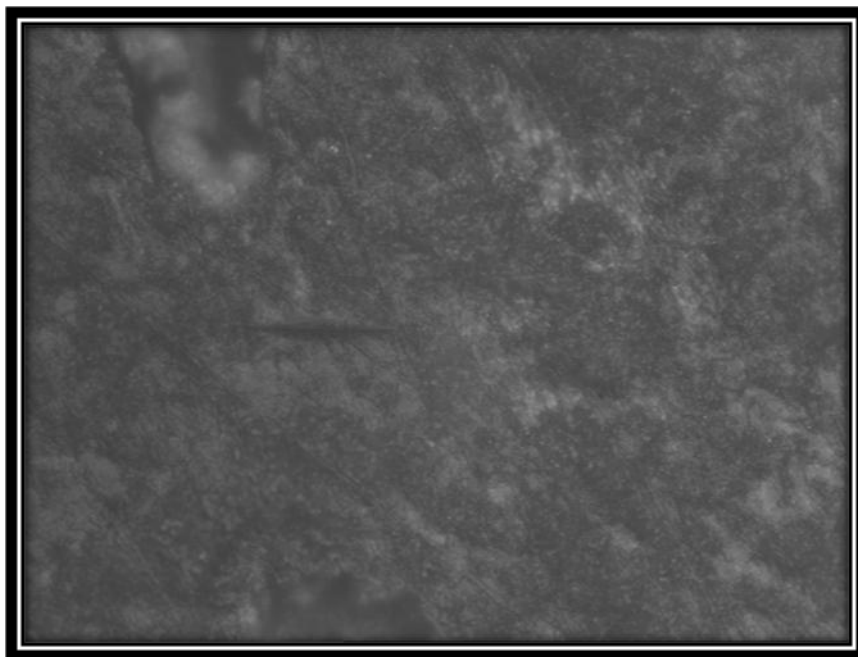


Figura X: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> não polido e exposto a PC a 10%.

**VII. Fotografias de Knoop de espécimes de Filtek Supreme XT<sup>®</sup> expostos a PH a 35%**

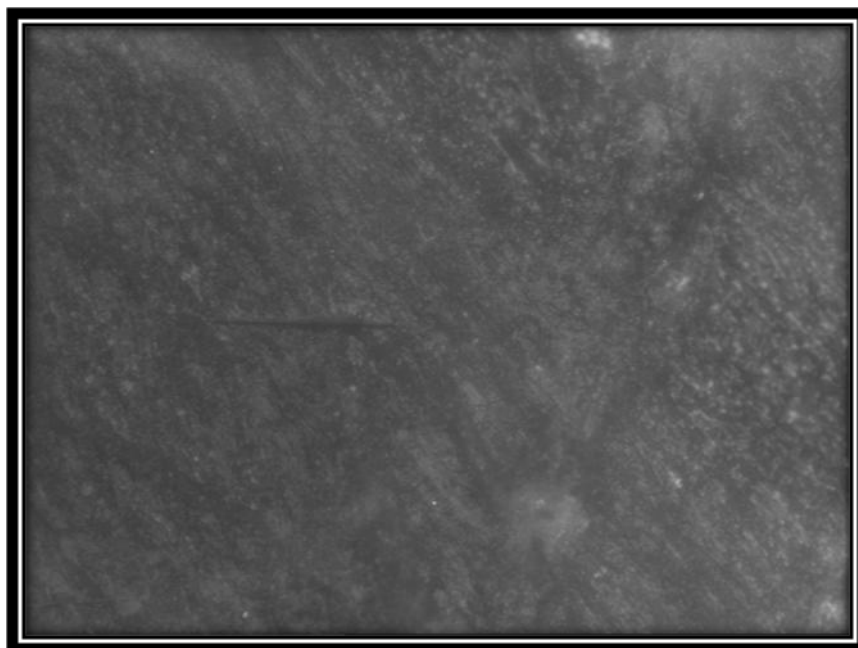


Figura XI: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> polido e exposto a PH a 35%.

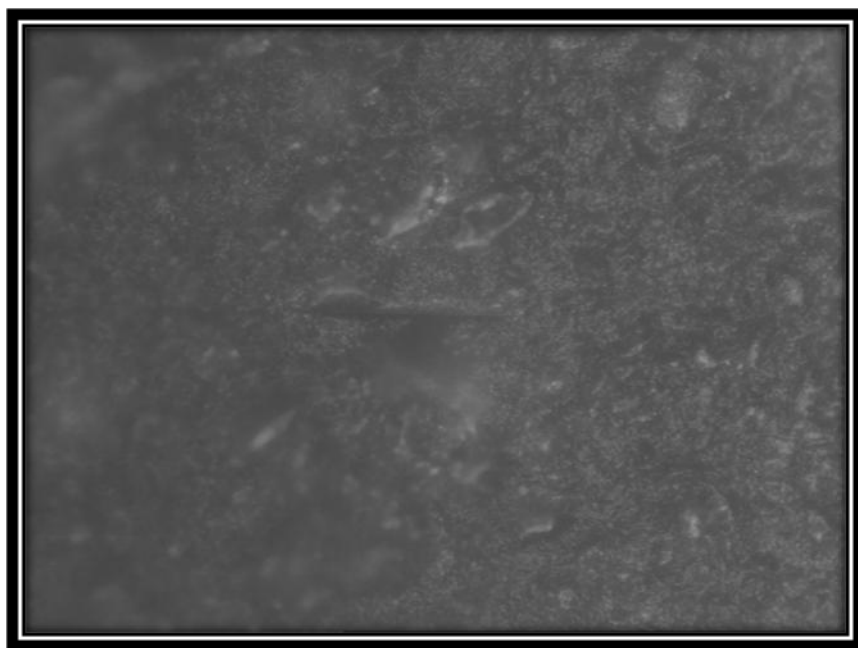


Figura XII: Fotografia de Knoop do espécime Filtek Supreme XT<sup>®</sup> não polido e exposto a PH a 35%.



**VIII. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV<sup>®</sup> expostos a água destilada**

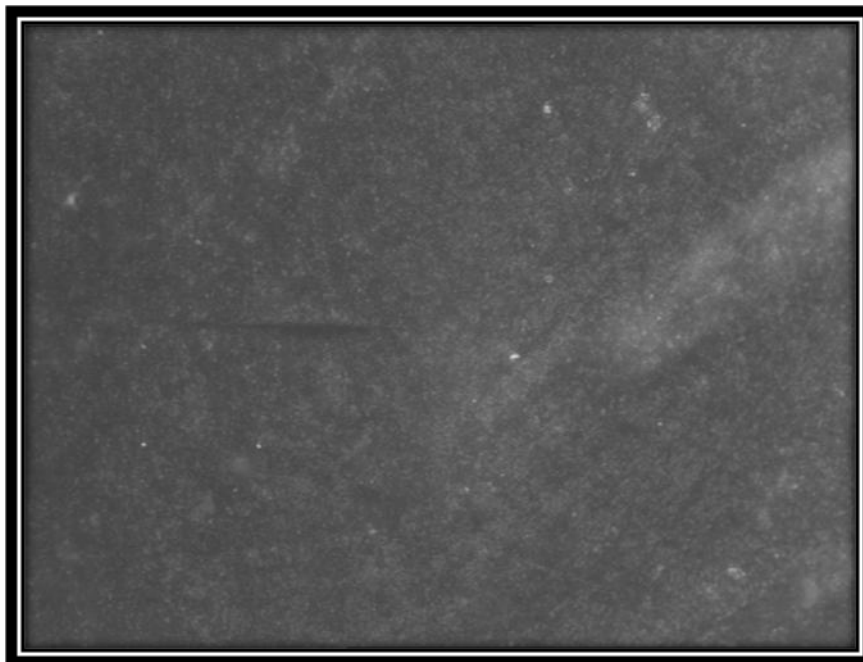


Figura XIII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> polido e exposto a água destilada.

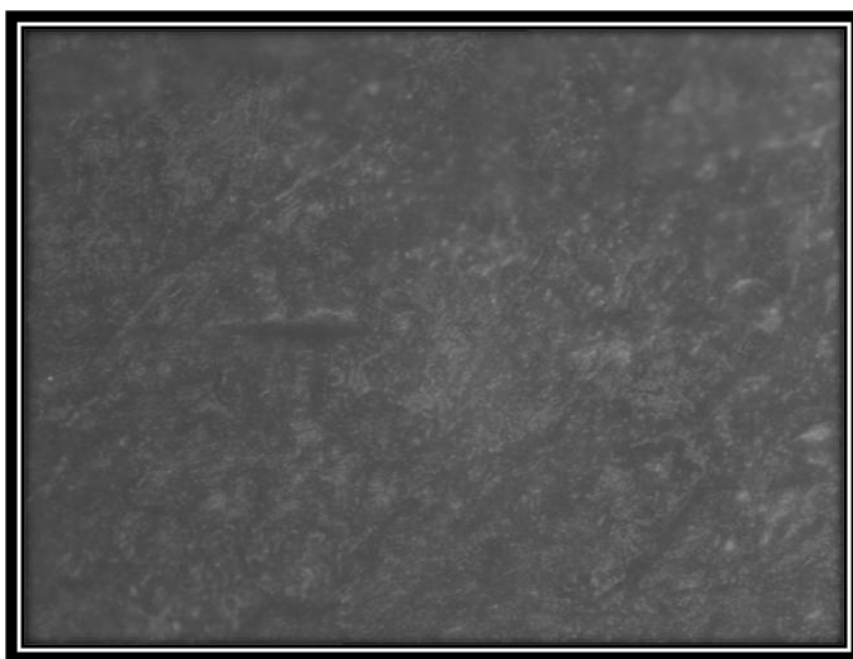


Figura XIV: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> não polido e exposto a água destilada.

**IX. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV<sup>®</sup> expostos a PC a 10%**

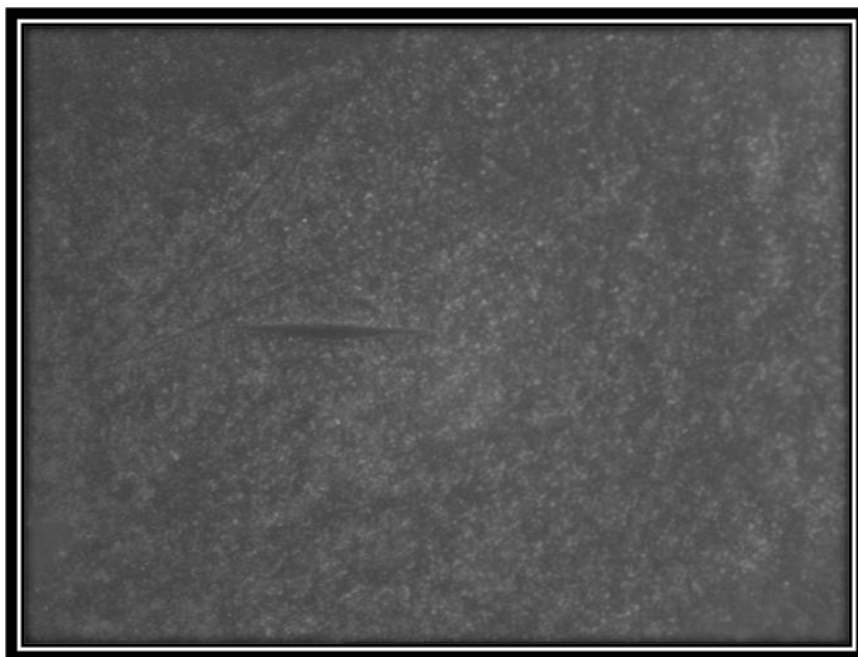


Figura XV: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> polido e exposto a PC a 10%.

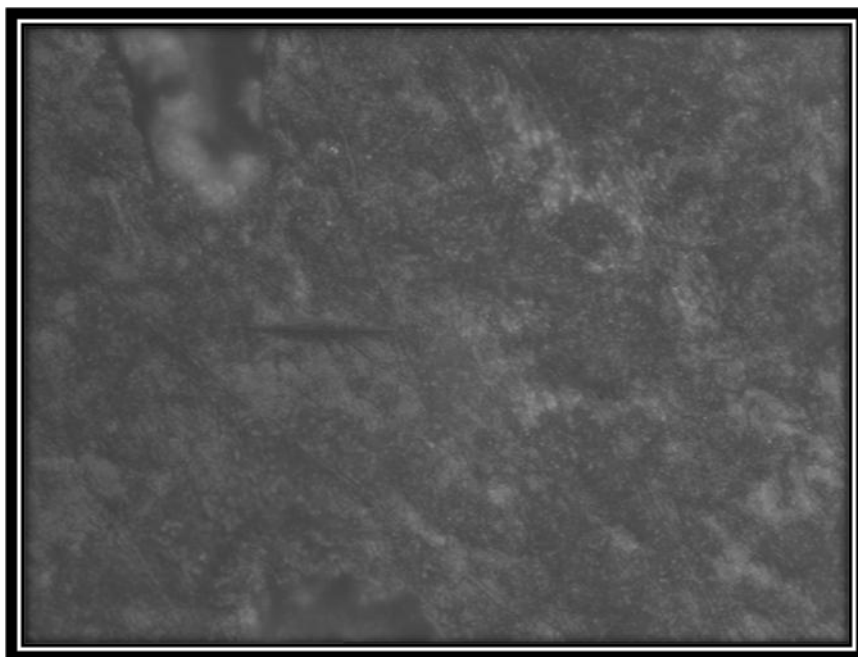


Figura XVI: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> não polido e exposto a PC a 10%.

**X. Fotografias de Knoop de espécimes de Herculite XRV<sup>®</sup> expostos a PH a 35%**

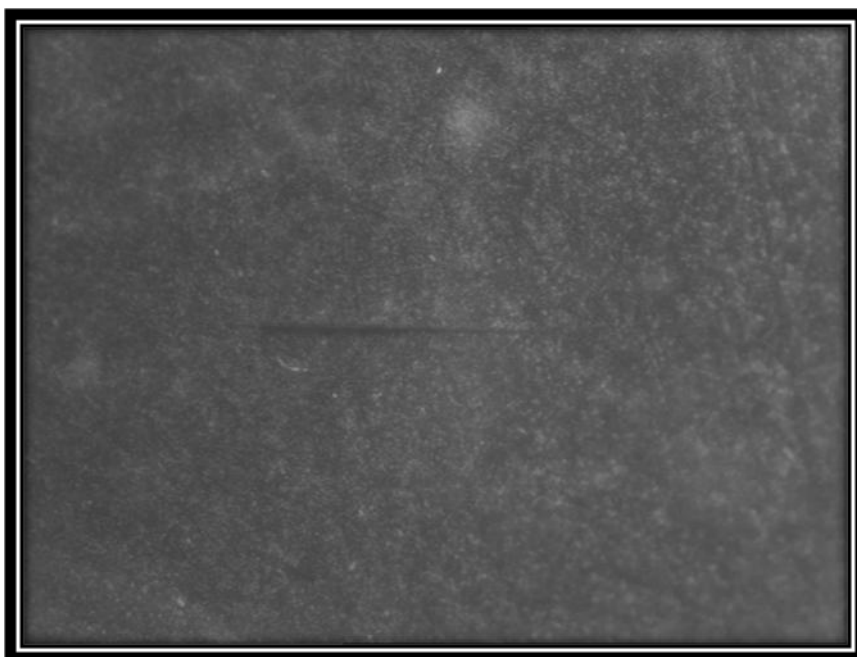


Figura XVII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> polido e exposto a PH a 35%.

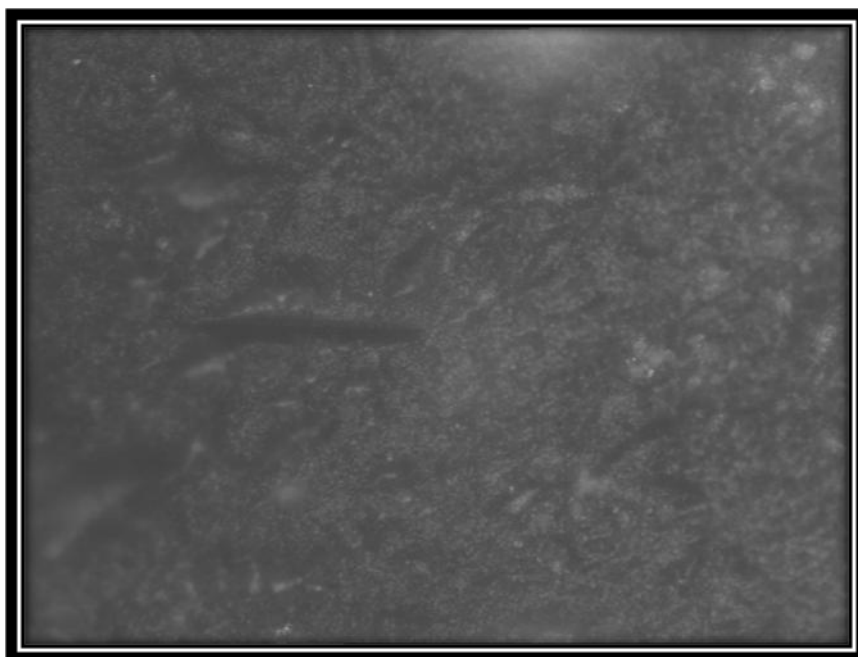


Figura XVIII: Fotografia de Knoop do espécime Herculite XRV<sup>®</sup> não polido e exposto a PH a 35%.

## XI. Tabelas

Tipos de compósito	Tipo de branqueamento	Média	Desvio-padrão	N
<b>Enamel Plus HRI®</b>	35%	195,0028	54,71420	36
	10%	171,2556	38,74134	36
	Controlo	205,3250	41,14713	36
	Total	190,5278	47,21606	108
<b>Filtek Supreme XT®</b>	35%	247,2611	40,44450	36
	10%	224,0917	40,56610	36
	Controlo	214,8806	30,98605	36
	Total	228,7444	39,68269	108
<b>Herculite XRV®</b>	35%	155,1167	45,29105	36
	10%	177,7667	31,31018	36
	Controlo	202,7639	44,34142	36
	Total	178,5491	44,91108	108
<b>Total</b>	35%	199,1269	60,18453	108
	10%	191,0380	43,68532	108
	Controlo	207,6565	39,22313	108
	Total	199,2738	48,86654	324

Tabela 5: Média e desvios padrão de microdureza obtidas após análise estatística com SPSS 19.0.

Tipos de compósito	Tipos de compósito	Diferença média	Erro padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite mínimo	Limite máximo
<b>Enamel Plus HRI®</b>	Filtek Supreme XT®	-38,2167	5,63405	<b>,000</b>	-51,4840	-24,9493
	Herculite XRV®	11,9787	5,63405	,086	-1,2886	25,2460
<b>Filtek Supreme XT®</b>	Enamel Plus HRI®	38,2167	5,63405	<b>,000</b>	24,9493	51,4840
	Herculite XRV®	50,1954	5,63405	<b>,000</b>	36,9280	63,4627
<b>Herculite XRV®</b>	Enamel Plus HRI®	-11,9787	5,63405	,086	-25,2460	1,2886
	Filtek Supreme XT®	-50,1954	5,63405	<b>,000</b>	-63,4627	-36,9280

Tabela 6: Tabela de valores de microdureza em função do tipo de resina obtidas após análise estatística com SPSS 19.0.

	Tipos de branqueamento	Diferença média	Erro padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite mínimo	Limite máximo
<b>35%</b>	10%	8,0889	5,63405	,324	-5,1784	21,3562
	Controlo	-8,5296	5,63405	,286	-21,7970	4,7377
<b>10%</b>	35%	-8,0889	5,63405	,324	-21,3562	5,1784
	Controlo	-16,6185	5,63405	<b>,010</b>	-29,8859	-3,3512
<b>Controlo</b>	35%	8,5296	5,63405	,286	-4,7377	21,7970
	10%	16,6185	5,63405	<b>,010</b>	3,3512	29,8859

Tabela 7: Tabela de valores de microdureza em função da concentração dos agentes branqueadores obtidas após análise estatística com SPSS 19.0.